Die anatomischen Verhältnisse der Laubblätter der Ulmaceen (einschl. Celtideen) und die Beziehungen zu ihrer Systematik.

Von

Franz Priemer.

Mit Tafel X und XI.

Einleitung.

Die wechselnde Anordnung der Ulmaceengattungen in den Monographien dieser Familie von Planchon[1]) und Bentham[2]), welchem Engler[3]) folgt, ließ meinen hochverehrten Lehrer Herrn Professor Dr. K. Prantl mich auf die Frage aufmerksam machen, ob nicht vielleicht die anatomische Untersuchung bestimmte Anhaltspunkte für die systematische Gruppirung der Ulmaceengattungen ergeben könnte.

Zu meinen im «Königlichen botanischen Garten« zu Breslau ausgeführten Arbeiten stellte Herr Professor Dr. K. Prantl mir znnächst das lebende und getrocknete Material seines Instituts gütigst zur Verfügung und verhalf mir außerdem durch seine liebenswürdige Vermittelung zur Benützung der Herbarien des »Königlichen botanischen Museums« zu Berlin, der »Schlesischen Gesellschaft für vaterländische Kultur« zu Breslau und des »Königlichen Herbariums« zu München, welche mir bei meinen Arbeiten von bedeutendem Wert waren.

Es ist mir eine tiefgefühlte Verpflichtung, Herrn Professor Dr. K. Prantl an dieser Stelle für die Anregung zu dieser Arbeit und für die gütige Unterstützung bei Anfertigung derselben meinen ergebensten Dank auszusprechen.

Ebenso danke ich Herrn Privatdocenten Dr. C. Mez für das rege Interesse, welches er bei meinen Untersuchungen mir zuteil werden ließ.

1) Prodromus systematis naturalis regni vegetabilis. Bd. 17.
2) Bentham und Hooker: Genera plantarum. Bd. 3.
3) »Natürliche Pflanzenfamilien«. Bd. 1.

Auch den Leitern des »Königlichen botanischen Museums« zu Berlin, Herrn Professor Dr. A. Engler und Herrn Professor Dr. J. Urban, dem Director des »Königlichen Herbariums« zu München, Herrn Professor Dr. Radlkofer, sowie dem Kustos des »Herbariums der schlesischen Gesellschaft für vaterländische Kultur«, Herrn Dr. Schube, bin ich für ihr liebenswürdiges Entgegenkommen sehr verpflichtet.

Die vergleichende anatomische Untersuchung der vegetativen Organe der *Ulmoideae* und *Celtoideae* ergab zunächst das Resultat, dass diese Unterfamilien aufs engste mit einander verknüpft sind und einen gemeinsamen Formenkreis darstellen. Einzelne Eigentümlichkeiten des anatomischen Baues, besonders der Blätter, ließen die mir gestellte Frage nach der systematischen Stellung einzelner Gattungen aufs unzweideutigste beantworten.

Als Hauptresultate meiner Untersuchungen sehe ich an,

1) dass abweichend von den bisherigen Anschauungen die Gattungen *Zelkova* ihren Platz als nächst verwandt neben *Ulmea* finden muss,
2) dass die bisher zu den Ulmoideen gerechneten Gattungen *Phyllostylon* und *Holoptelea* zu den Celtoideen zu rechnen sind,
3) dass die von den genannten Autoren mit *Zelkova* vereinigte Gattung *Hemiptelea* von dieser zu trennen und den Celtoideen zuzuzählen ist,
4) dass die Gattung *Ampelocera*, deren Stellung bisher bei den Ulmaceen zweifelhaft war, sicher zu dieser Familie gehört, und zwar zu den Celtoideen,
5) dass *Celtidopsis Priemer nov. gen.* (deren Typus *Mertensia citrifolia* Kth.) als Repräsentant einer eigenen Ulmaceentribus anzusehen ist[1],
6) dass die Gettung *Parasponia* Miqu. von *Trema* Lour. nicht getrennt werden kann.

Ich rechne demnach zu den Ulmoideen die Gattungen *Ulmus* L., *Planera* Spach., *Zelkova* Spach.; zu den Celtoideen die Gattungen *Hemiptelea* Pl.; *Phyllostylon* Gaudich., *Chaetacme* Pl., *Holoptelea* Pl., *Celtis* L., *Ampelocera* Kl., *Trema* Lour., *Gironiera* Gaudich., *Aphanante* Pl.; als neuen Formenkreis möchte ich die Gattung *Celtidopsis* Priemer, als Repräsentant einer neuen Tribus der *Celtidopsidoideae* hinzufügen.

I. Teil.

Der anatomische Bau der Laubblätter der Ulmaceen.

1. Die Epidermis.

a. Cuticula. Es ist bekannt, dass nach Standort und klimatischen Verhältnissen die Dicke der Cuticula, welche die Epidermis einer Art be-

---

1) Da der Name *Mertensia* Roth (1797) für die bekannte Gattung der Borraginaceen conserviert werden muss, so habe ich der bisher bei *Momisia* Dumort untergebrachten und als eigene Gattung hinzustellenden *Mertensia citrifolia* Kth. (1817) einen neuen Gattungsnamen geben müssen.

deckt, gewissen Veränderungen unterworfen ist. Dem entsprechend war auch die Dicke der Cuticula bei den Arten der von mir untersuchten Gruppen eine verschiedene; wenn auch die Abweichungen nicht einen so hohen Grad erreichten, wie wir dies bei manchen anderen Familien zu finden gewohnt sind. Bei den untersuchten Ulmaceen war die Differenz, welche sich inbezug auf die Stärke der Cuticula der Blattoberseite ergab, nicht so bedeutend, dass sich daraus anatomische Merkmale zur Unterscheidung der Arten herleiten ließen. Vielmehr zeigte es sich, dass bei den verschiedenen untersuchten Exemplaren einiger Species[1]) die Cuticula bezüglich ihrer Dicke einigen Variationen unterworfen war. Es kann dies nicht auffallend erscheinen, wenn wir das große Verbreitungsgebiet dieser Arten mit seinen klimatischen Verhältnissen erwägen.

Von Verdickungen der Cuticula besitzen die Ulmaceen nur Cuticularleisten und zwar öfters in besonders auffallender Mächtigkeit. Diese Verdickungen sind auf der Oberseite des Blattes stets weniger bemerkbar, während sie auf der Unterseite bei mehreren Species[2]) mit um so größerer Deutlichkeit hervortreten. Bemerkenswert erscheint, dass unter solchen Celtisarten eine später zu definierende Gruppe auch durch das Auftreten von besonders deutlichen Culicularleisten sich charakterisiert.

Über die Bedeutung der Cuticularleisten und ihre Bildung waren bis jetzt wei widersprechende Ansichten, die eine von Tschirch[3]), die andere von Niedenzu[4]) geäußert worden. Der erstere schreibt ihnen den Zweck zu, im allgemeinen die Biegungsfestigkeit des Blattes zu erhöhen. Niedenzu dagegen glaubt, dass dieselben als Ausfaltungen der Cuticula aufzufassen seien, welche durch relativ schnelles Austrocknen und Zusammensinken der Epidermis entstanden sind. Die Auffassung Tschirch's hat von vornherein die größere Wahrscheinlichkeit für sich, denn auch nach meinen Beobachtungen verlaufen die Cuticularleisten derjenigen Epidermiszellen, welche über dem Blattnerven gelegen sind, stets in der Richtung derselben, müssen also die mechanische Function der langgestreckten Gefäßbündelelemente notwendig verstärken. Ob Niedenzu's Erklärung des Ursprungs dieser Gebilde den thatsächlichen Verhältnissen entspricht, kann ich nicht beurteilen; es gehört auch nicht in den Rahmen dieser Arbeit.

Ich möchte nur Tschirch's Meinung in Beziehung auf die Tragweite der mechanischen Function der Cuticularleisten etwas einschränken. Für mich haben dieselben nicht eine allgemeine Bedeutung für die Biegungsfestigkeit

---

1) *Ulmus montana* Wither., *Ulm. pedunculata* Fongeroux., *Celtis australis* L. etc.

2) *Ulmus erosa* Roth., *Celtis cinnamomea* Lindl., *C. tetrancha* Roxb., *C. glabrata* Pl., *C. caucasica* Willd., *C. australis* L., *C. Tournefortii* Lamk., *C. Audibertiana* Spach., *C. recticulata* Torr., *C. mississipinensis* Bosc., *C. Berlandieri* Kl., *C. crassifolia* Lamk.

3) »Angewandte Pflanzenanatomie«. p. 433.

4) Über den anatomischen Bau der Laubblätter der Arbutoideen u. s. w. Engler's Bot. Jahrb. Bd. 9.

des ganzen Organes, sondern sie beschränken ihre Wirkung auf den speciellen Zellcomplex, auf welchem sie verlaufen, da sie bei den Ulmaceen in den meisten Fällen auf papillös vorgezogenen Epidermiszellen sich vorfinden.

b. Epidermiszellen. Während die Cuticula der Ulmaceen nur wenig Verschiedenheiten der einzelnen Genera und Species zeigt, bietet die Epidermis — im engeren Sinne — teils mehr, teils weniger Unterscheidungsmerkmale. Wie bei der weitaus größten Anzahl sämtlicher Pflanzen, ist auch bei den Ulmaceen die Epidermis der Blattoberseite von derjenigen der Blattunterseite durch die Form ihrer Zellen, von der Fläche betrachtet, wesentlich different. Die Blattoberseite zeigt gradlinige, polygonale, mehr oder weniger in die Länge gezogene Zellen; die Epidermis der Unterseite des Blattes dagegen besitzt kleinere Zellen mit undulierten Wänden.

Von dieser allgemein geltenden Regel finden bei den Ulmaceen einige Ausnahmen in der Art statt, dass sowohl Veränderungen der Ober- wie der Unterseite auftreten.

Bei einigen Ulmaceen [1]) ist die Gestalt ihrer Epidermiszellen auf der Oberseite in der Weise verändert, dass auch hier die Zellwände — von der Fläche betrachtet — wellig sind.

Bei anderen Arten [2]) besteht der Unterschied der beiderseitigen Epidermis nur noch in der verschiedenen Größe ihrer Zellen und in dem Vorkommen von Spaltöffnungen auf der Blattunterseite, und zwar insofern, als die Epidermis der letzteren zwar kleinere jedoch gradlinige Zellen besitzt. Ferner tritt auch der Fall ein, dass die Epidermis der Oberseite gleich große Zellen, wie diejenige der Unterseite besitzt. Hierzu gesellt sich stets noch die Complication, dass die Zellwände der Unterseite gerade sind [3]). Abgesehen von den Spaltöffnungen ist bei diesen Arten eine anatomische Unterscheidung der beiden Blattseiten nicht möglich. Hinzuzufügen ist nur noch, dass sich die Erörterung dieser Unterschiede nur auf ausgewachsene Blätter bezieht.

Auf dem Querschnitt ist derselbe Unterschied, den die Flächenansicht bietet, zwischen der Epidermis der Ober- und Unterseite des Blattes bemerkbar. Die Epidermis der Oberseite besitzt große, ungefähr 10 bis 20 Mikra lange und breite Zellen, diejenigen der Unterseite sind kleiner, ungefähr 3 bis 8 Mikra lang und breit; selbstverständlich treten auch hier gewisse Variationen auf und lassen sich bestimmte Beziehungen der Größenverhält-

---

1) *Zelkova crenata* Spach., *Celtis Wightii* Pl., *Asphananthe philippinensis* Pl., *Gironniera celtidifolia* Gaudich., *G. subaequalis* Pl.

2) *Celtis integrifolia* Lamk., *C. rigescens* Pl., *C. mauritiana* Pl., *C. trinervis* Lamk., *C. Tala* Gill., *Trema discolor* (*Sponia discolor* Decne.), *T. timorensis* (*Sp. timorensis* Decne), *Planera aquatica* J. T. Gml.

3) *Celtis latifolia* Pl., *C. brevinervis* Pl., *C. cinnamomea* Lindl., *C. paniculata* Pl., *C. philippinensis* Blanco., *C. brasiliensis* Pl., *Celtidopsis citrifolia* (Kth.) Priemer.

nisse zwischen Ober- und Unterseite nicht angeben. Die Form der beiderseitigen Zellen ist die eines Quadrates. Durch besondere Größe zeichnen sich die Epidermiszellen der Blattoberseite bei gewissen Species [1]) aus.

Während bei den weitaus meisten Species die Seitenwände der Epidermiszellen gerade sind, konnte bei mehreren Species [2]) auch die Wahrnehmung gemacht werden, dass jene auf der Querschnittsansicht wellig waren; wellig gebogene Längswände der Epidermiszellen deuten auf ihre Functionen als Wasserspeicher hin, ich muss es jedoch dahingestellt sein lassen, ob nicht eine Schrumpfung, hervorgerufen durch zu schnelles Trocknen, hier vorliegt.

Eine weitere Eigentümlichkeit der Ulmaceenepidermis besteht, wie schon bei der Besprechnng der Cuticula erwähnt wurde, darin, dass diese — die Epidermis — bei verschiedenen Species auf der Blattunterseite papillös vorgezogen ist (vergl. die oben erwähnten Species). Die einzelnen Epidermiszellen sind bei diesen Arten bogen- oder wellenförmig vorgezogen. Ihre Cuticula zeigt auf dem Querschnitt kleine warzenähnliche Verdickungen, welche, von der Fläche betrachtet, sich als Leisten, eben die Cuticularleisten, erweisen. Die wellenförmige Gestaltung der äußeren Membran der Epidermiszellen ist nicht gleichmäßig über das ganze Blatt verbreitet, sondern tritt auf und neben den Blattnerven am deutlichsten hervor.

In der Epidermis der Ulmaceen finden sich ferner Schleimzellen und mineralische Einlagerungen; da diesen beiden Erscheinungen eine große Wichtigkeit zukommt und außerdem ihr Vorkommen nicht nur auf die Epidermis beschränkt ist, so sollen beide weiter unten im besonderen Abschnitt besprochen werden. Einer weiteren Erörterung bedarf das Auftreten einer zweischichtigen Epidermis. Dass eine wirkliche Zweischichtigkeit nicht im Hypoderm vorliegt, erhellt daraus, dass sich zwischen der doppelten Zelllage öfters auch noch ungeteilte Zellen finden. Diese Zweischichtigkeit der Ulmaceen erstreckt sich in den meisten Fällen über das ganze Blatt, nur hin und wieder unterbrochen durch Cystolithe, die stets der oberen Schicht ansitzen und tief in das Mesophyll des Blattes hineinreichen. Ferner besitzt die obere Schicht immer etwas kleinere Zellen als die untere und unterscheidet sich noch von dieser durch dickere Zellwände. Bei den Species mit zweichichtiger und schleimführender Epidermis befinden sich die Schleimzellen in der unteren Schicht. Diese Zwei-

1) *Hemiptelea Davidiana* Pl. (die beiderseitigen Epidermiszellen 7 bis 15 Mikra lang und breit); *Trema Lamarkiana*, (*Sponia Lamarkiana* Decne.) (Oberseite 15 bis 22 Mikra lang, 10 bis 15 Mikra breit); *Trema timorensis*, (*Sp. timor.* Decne.) (Oberseite 16 bis 30 Mikra lang, 15 bis 20 Mikra breit); *Chaetacme aristata* Pl. (Oberseite 15 bis 20 Mikra lang und breit.

2) *Celtis brasiliensis* Pl., *C. Tala* Gill., *C. membranacea* Pl., *C. dichotoma* Ruiz et Pav., *C. eriantha* E. M., *C. tetrandra* Roxb. (*Sponia rigida* Decne.), *Trema rigida* Bl.

schichtigkeit ist für die Species[1]) charakteristisch und dient als anatomisches Erkennungszeichen. Über die Gestalt der Zellen bei zweischichtiger Epidermis ist noch anzuführen, dass sie im Gegensatz zu denjenigen bei einschichtiger Epidermis parallel zu der Blattfläche gedehnt sind, also die Form von Rechtecken besitzen.

c. Haargebilde. Bei den Ulmaceen finden sich zweierlei Arten von Haargebilden, nämlich Deck- und Drüsenhaare. Äußerlich sind diese beiden Arten dadurch voneinander verschieden, dass die Deckhaare aus einer geringeren Anzahl von Zellen, meistens nur einer, bestehen, dickwandig sind und in eine mehr oder weniger scharfe Spitze auslaufen. Die Drüsenhaare dagegen sind aus mehreren Zellen zusammengesetzt, die meist Zellreihen bilden und deren Wandungen zart sind. An ihrem Ende besitzen sie in der Regel einen angeschwollenen Kopf. Ein weiterer Unterschied dieser beiden Arten von Haaren besteht noch darin, dass die Deckhaare häufig Cystolithe oder cystolitische Verdickungen in ihrem Inneren bergen; die Drüsenhaare dagegen niemals derartige mineralische Einlagerungen besitzen.

Bei sämtlichen Ulmaceenspecies konnten mit ganz verschwindenden Ausnahmen beiderlei Arten der Haargebilde nachgewiesen werden; nur bei *Celtis rigescens* Pl. war es unmöglich, Deck und Drüsenhaare zu finden. Das zur Untersuchung vorliegende Material war jedoch derartig beschaffen, dass Schonung des vorhandenen geboten war und dass bei seinem Alter etwa vorhandene Haare durch Aufbewahrung im Herbar verloren gegangen sein konnten.

In der Regel sind die Deckhaare nur einzellig; bei *C. Krausiana* Bernh. wurden nur vereinzelt zweizellige gefunden. Bei fast sämtlichen untersuchten Species ist die Form dieser Haare gleich: sie erheben sich auf einer die benachbarten Epidermiszellen an Größe überragenden Zelle, dem Haarfuß. In den meisten Fällen sind die Deckhaare gekrümmt und zwar findet man auf der Blattoberseite stärker gekrümmte Haare als auf der Unterseite. Ein weiterer, freilich auch sehr minimaler Unterschied zwischen den Deckhaaren der Ober- und Unterseite besteht noch darin, dass sie auf der letzteren meist länger und schmäler sind. Ganz besonders schmal und dementsprechend lang sind sie bei *C. boliviensis* Pl., *C. Tala* Gill., *Zelkova cretica* Spach. Die Behaarung ist über das ganze Blatt verbreitet, weniger jedoch auf der Oberseite wie auf der Unterseite des Blattes, und hier wieder zahlreicher auf den Blattnerven. Auf diesen ragen die Haarwurzeln häufig

[1]) *Holoptelea integrifolia* Pl., *Aphananthe aspera* Pl., *Aph. rectinervis* Pl., *Gironniera celtidifolia* Pl., *Gir. nervosa* Pl., *Celtis Krausiana* Bernh., *C. latifol.* Pl., *C. philippinensis* Blanco., *C. strychnoides* Pl., *C. eriantha* E. M., *Trema micrantha* (Swartz.) Engler, *Tr. amboinensis* Bl., *Tr. orient.* (*Sponia orient.* Pl.), *Tr. rigid.* Bl., *Tr. Lamarkian.* (*Sp. Lamark.* Decne.), *Tr. discolor* (*Sp. discol.* Decne.), *Tr. affinis* (*Sp. affin.* Pl.), *Tr. Commersonii* (*Sp. Commers.* Decne.), *Tr. guineensis* (*Sp. guin.* Schum.), *Parasponia parviflora* Miqu.

über die umliegenden Epidermiszellen hervor[1]). — Die Zellwandungen sind meist verdickt und zeigen Einlagerungen von Kieselsäure. Die Verdickungen wölben sich hin und wieder in das Zelllumen hinein; teilweise füllen sie sogar das gesamte Lumen aus.

Einige Gattungen und Arten[2]) charakterisieren sich dadurch, dass ihre Deckhaare auf der Außenseite Warzen besitzen, welche bei Behandlung mit den entsprechenden Reagenzien ergaben, dass sie durch Einlagerungen von kohlensaurem Kalk in die Membranen hervorgerufen seien. Der kohlensaure Kalk ist hier in ähnlicher Weise der Haarmembran eingelagert wie den Cystolithen, denn auch nach dem Entkalken kann man die betreffenden Stellen als kleine Ausstülpungen bemerken. Die Form der Haare wird dadurch jedoch nicht verändert.

Abweichend von dem typischen Bau der Ulmaceendeckhaare sind die Haare von *Ampelocera Ruiziana* Klotzsch. Sie unterscheiden sich von den Haaren der übrigen Gattungen dadurch, dass ihre Wandungen nicht verdickt sind und dass sie ihre größte Breite nicht an der Basis, sondern in der Mitte besitzen, und dass sie bedeutend schmäler und länger sind. Das Verhältnis nämlich zwischen Länge und Breite der Ulmaceenhaare ist 3 : 1; dasjenige der *Ampelocera*haare jedoch nur 6 bis 8 : 1.

Eine Übergangsform zwischen Deck- und Drüsenhaaren bildet die filzige Behaarung der Blattunterseite einiger *Trema*-Arten[3]). Die Wandung dieser Haare ist schwach. Sodann ist ihre Zuspitzung am Ende nicht derartig wie bei den echten Deckhaaren, wenngleich auch keine Andeutung einer kopfartigen Anschwellung bemerkbar ist; es finden sich jedoch in ihnen, wenn auch nicht häufig, Cystolithe, und dieses Umstandes wegen dürften sie eher den Deckhaaren zuzuzählen sein. Da sie stets zahlreich und dicht nebeneinander vorkommen, will ich sie als Filzhaare bezeichnen. Diese Behaarung findet sich nur auf der Blattunterseite unten angeführter Species, und zwar so dicht, dass sie eine Beobachtung der Flächenansicht des Blattes kaum ermöglichen. Makroskopisch stellt sie sich als ein weicher Überzug dar.

Ebenso wie sämtliche Ulmaceenspecies Deckhaare besitzen, sind auch allen Drüsenhaare eigen. Den Nachweis des Vorhandenseins derselben zu führen, wird dadurch erschwert, dass bei älteren Exemplaren die Drüsen-

1) Ganz besonders bei: *Celt. brasil.* Pl., *Trema micrantha* (Swartz.) Engler, *Tr. amboinensis* Bl., *Tr. Lamarkiana* (*Sponia Lamark.* Decne.).

2) *Celtis brasiliensis* Pl., *C. boliviensis* Pl., *Aphananthe aspera* Pl., *Aph. rectinervis* Pl., *Aph philippinensis* Pl., *Gironniera celtidifolia* Gaudich., *Gir. rhamnifolia* Pl., *Gir. cuspidata* Beth. et H., *Gir. nervosa* Pl., *Gir. parvifolia* Pl., *Gir. subaequalis* Pl., *Trema rigida* Pl.. *Tr. angustifolia* (*Sponia angustifolia* Pl.), *Tr. politoria* (*Sponia politoria* Pl.).

3) *Trema amboniensis* Bl., *Tr. rigidum* Bl., *Tr. Lamark.* (*Sponia Lamark.* Decne.), *Tr. angustif.* (*Sp. angustif.* Pl.), *Tr. velutina* (*Sp. velutina* Pl.), *Tr. Wightii* (*Sp. Wightii* Pl.), *Tr. affinis* (*Sp. affinis* Pl.), *Tr. Hochstetteri* (*Sp. Hochstetteri* Buch.).

haare sehr häufig abgefallen sind; junge Blätter dagegen zeigten stets ihr Vorkommen. Der Inhalt dieser Haare besteht aus einer gelben oder braunen Plasmamasse, die sich hauptsächlich im Kopf befindet. Bei Behandlung mit Eisenchlorid färbte sie sich schwarz; Kaliumbichromat rief nur eine etwas dunklere Färbung hervor; es muss daher neben anderen Bestandteilen auch Gerbsäure enthalten sein. Dass diese Drüsenhaare auch secernieren, habe ich des öfteren beobachten können. In gleicher Weise wie bei den Deckhaaren ist auch hier die Verschiedenheit der Formenbildung in der ganzen Familie nur eine geringe. Aus einer Epidermiszelle ragt der aus einer Reihe von meist fünf oder mehr Zellen bestehende Stiel des Haares hervor, auf dem sich der aus zwei oder mehr Zellen bestehende Kopf befindet. Die Größe der Haare ist bei den einzelnen Species, ja sogar auf denselben Exemplaren sehr verschieden. So fand ich bei einem Exemplar von *C. australis* L. auf einem Blatte Drüsenhaare mit langem Stiel und schwach angeschwollenem Kopf; andere wieder mit kurzem Stiel und stärker angeschwollenem Kopf. Namentlich ist die Länge des Stiels dem größten Wechsel unterworfen.

Die einfachste Form der Drüsenhaare besitzen einige Species der Gattungen *Trema* und *Celtis*[1]. Bei diesen ist der Stiel sehr lang; der aus zwei Zellen bestehende Kopf jedoch nur schwach oder gar nicht angeschwollen.

An diese Form der Drüsenhaare schließt sich eine zweite eng an, welche von der ersteren nur dadurch unterschieden ist, dass der Stiel aus zwei Zellreihen besteht[2].

Am häufigsten ist diejenige Form der Drüsenhaare vertreten, bei welcher der Stiel kürzer und der Kopf angeschwollen ist. Letzterer besteht hier aus zwei oder drei hinter einander liegenden Zellen, von denen die vorletzte, also dem Stiel ansitzende, größeren Umfang besitzt; die Endzelle dagegen ist schwächer. Es finden sich auch solche Modificationen, dass alle drei Zellen gleich stark entwickelt sein können oder die Endzelle die vorletzte an Umfang überragt. Diese Verschiedenheiten sind nicht constant und sämtliche Variationen können sich bei derselben Species finden. Als Beispiele für diesen Formenkreis sind die Gattungen *Ulmus, Planera, Zelkova, Phylostylon, Aphananthe* und *Hemiptelea* anzuführen.

---

1) *Celtis triflora* Ruiz et Pav., *C. integrifolia* Lamk., *C. brasil.*, Pl., *C. tetrandra* Roxb., *C. boliviensis* Pl., *C. cinnamomea* Lindl., *C. dichotoma* Ruiz & Pav., *C. japonica* Pl., *C. jamaicensis* Pl., *C.acculeata* Swartz., *Trema orientalis* (*Sponia orient.* Pl.), *Tr. Lamark.* (*Sp. Lamark.* Decne), *Tr. rigida* Bl., *Tr. discolor* (*Sp. discolor* Decne), *Tr. velutina* (*Sp. veluntina* Pl,), *Tr. Wightii* (*Sp. Wightii* Pl.), *Tr. affin.* (*Sp. affinis* Pl.), *Tr. Commerson.* (*Sp. Commerson.* Decne.), *Tr. timorensis* (*Sp. timorensis* Decne.), *Tr. virgata* (*Sp. virgata* Pl.), *Tr. angustifol.* (*Sp. angustif.* Pl.), *Tr. Hochstett.* (*Sp. Hochstett.* Buch.), *Parasponia parviflora* Miqu.

2) *Trema micrantha* (Swartz.) Engler, *Tr. politoria* (*Sponia politorium* Pl.), *Tr. amboinensis* Bl., *Tr. aspera* (*Sp. aspera* Pl.), *Tr. guinensis* (*Sp. guinensis* Pl.).

Eine weitere Complication der Ausbildung des Drüsenkopfes tritt dadurch ein, dass die ursprüngliche Endzelle sich durch zwei sich schneidende Zellwände in vier Zellen teilt. Diese vier Zellen nehmen einen größeren Raum als die ursprüngliche letzte Zelle ein, infolgedessen befindet sich bei diesen Drüsenhaaren die größte Anschwellung am Ende[1]).

Wie später noch auszuführen sein wird, geht diese Ausbildung des Drüsenkopfes nicht nur mit dem Auftreten von besonders starken Cuticularleisten auf papillös vorgezogener Epidermis der Blattunterseite, sondern auch mit andern anatomischen Merkmalen parallel und ist als ein wichtiges Charakteristicum zu betrachten.

Eine noch größere Anzahl von Zellen weist der Kopf der Drüsenhaare bei der Gattung *Gironiera* auf. Bei dieser ist die ursprüngliche Endzelle in 6 bis 8 neben einander liegende Zellen getrennt; der Stiel des Haares dagegen besteht nur aus einer Zelle.

Durch eigentümliche Ausbildung der Drüsenhaare zeichnet sich auch *Ampelocera* aus. Hier besteht der Kopf aus zwei übereinander liegenden Zelllagen, der Stiel dagegen nur aus einer Zelle. Die dem Stiel anliegende untere Zelllage ist in 6 bis 8 nebeneinander liegende Zellen geteilt; die den Kopf abschließende Schicht besteht aus ungefähr 6 Zellen, deren Trennungswände radial angeordnet sind.

Ebenso wie die Deckhaare, finden sich die Drüsenhaare auf den Nerven der Blattunterseite am häufigsten.

Bei den Gattungen *Ulmus*, *Holoptelea* und *Hemiptelia* waren die Drüsenhaare auch auf der Frucht nachzuweisen.

d. Spaltöffnungen. Die Form der Spaltöffnungen bei den Ulmaceen bietet nur wenig bemerkenswerte Eigentümlichkeiten. Die Spaltöffnungen sind stets von accessorischen Nebenzellen eingeschlossen, welche durch ihre geringe Größe leicht von den sie umgebenden Epidermiszellen unterschieden werden können. Bei einzelnen Species macht es gewisse Schwierigkeiten, zu entscheiden, welche Art von Nebenzellen hier vorlag; z. B. bei *Celtidopsis citrifolia* (Kth.) Priemer. Ich glaube jedoch, dass auch in diesem Falle die Nebenzellen accessorischen Ursprungs sind. Mit nur wenigen Ausnahmen[2]) finden sich die Spaltöffnungen nur auf der Blattunterseite. Auf dem Querschnitt liegen sie meist in der Höhe der Epidermiszellen. Die Species mit papillöser Unterseite der Epidermis besitzen vor den Spaltöffnungen einen Trichter, da diese zwischen zwei Papillen sich befinden. Bei *Hemiptelea Davidiana* Pl. entsteht ebenfalls ein Trichter, jedoch wird dieser durch Einsenkung der Epidermis hervorgerufen. Andererseits kommen Fälle vor, in denen die Spaltöffnungen über die Epi-

1) Bei *Celtis australis* L., *C. mississipinensis* Bosc., *C. Audibertiana* Spach., *C. crassifolia* Lamk., *C. Berlandieri* Kl., *C. reticulata* Torr.

2) *Trema aspera* (*Sponia aspera* Pl.), *Celtis philippinensis* Blanco., *C. brasil.* Pl,, *C. acculeat.* Swartz., *C. Tala* Gill., *C. strychnoides* Pl.

dermis hervorragen [1]). Abweichungen von der Gestalt der Stomata bieten *Celtis crassifolia* Lamk., *C. australis* L., *C. occidentalis* L. und *Gironniera celtidifolia* Gaudich durch starke Verdickungen der Schließzellenmembranen. Bei den ebengenannten Celtisspecies liegen diese Verdickungen polsterähnlich um die Spaltöffnungen herum; bei *Gironniera celtidif.* hingegen erstrecken sie sich noch auf die Seitenwände der benachbarten Epidermiszellen. Es wird dadurch der Schein erregt, dass hörnerartige Verdickungen von den Spaltöffnungen ausgehen.

2. Palissadengewebe.

Das Assimilationsgewebe der Ulmaceen besteht bei sämtlichen Gattungen aus Palissaden- und Schwammgewebe. Die Trennung dieser beiden Bestandteile ist überall bemerkbar, wenn auch nicht immer in gleichem Maße. Das Palissadenparenchym besteht aus einer oder mehreren übereinander stehenden Schichten, deren Zellen meist von verschiedener Größe sind. Bei Einschichtigkeit richtet sich die Länge der Zellen nach dem Blattquerschnitt; je breiter dieser ist, desto größer sind die Palissadenzellen. Bei zwei- und mehrschichtigem Palissadenparenchym dagegen besitzt die oberste Reihe die längsten Zellen, die der zweiten sind niedriger, am kürzesten sind diejenigen der dritten Schicht.

Das Palissadengewebe der Ulmaceen bietet nur geringe Verschiedenheiten, die auf der Anzahl der Schichten beruhen. Diese liefert in gewissen Grenzen Unterscheidungsmerkmale sowohl für Gattungen wie für Arten. So ist z. B. bei den Gattungen *Planera* und *Zelkowa* das Palissadengewebe stets einschichtig, desgleichen bei *Ulmus pumila* L., *U. parvifolia* Jacqu., *U. americana* Willd., *U. Hookerii* Pl., *U. fulva* Michx., *Celtis glabrata* Pl., *C. Audibertiana* Spach., *C. dichotoma* Ruiz & Pav., *C. jamaicensis* Pl., *C. Tournefort.* Lam., *C. caucasica* Willd., *C. crassifolia* Lamk., *C. latifolia* Pl., *C. japonica* Pl., *C. boliviensis* Pl., *C. reticulata* Torr., *C. triflora* Ruiz & Pav., *Trema amboinensis* Bl., *Tr. micrantha* (Schwartz.) Engler, *Tr. guineensis* (*Sponia guineensis* Schum.), *Tr. Commerson.* (*Sp. Commerson* Decne.), *Tr. velutina* (*Sp. velutina* Pl.), *Tr. rigida* Bl., *Tr. virgata* (*Sp. virgata* Pl.), *Tr. discolor* (*Sp. discolor* Decne.), *Tr. Hochstetteri* (*Sp. Hochstett.* Buch.), *Tr. timorensis* (*Sp. timorensis* Decne.), *Tr. aspera* (*Sp. aspera* Pl.), *Aphananthe aspera* Pl., *Aph. philippinensis* Pl., *Gironniera cuspidata* Bth. & H., *G. nervosa* Pl., *G. parvifolia* Pl., *G. rhamnifol.* Bl., *G. subaequalis* Miqu., *Ampelocera* Ruiz Kl.

Stets zweischichtig war dasselbe bei: *Celtis eriantha* E. M., *C. brasiliensis* Pl., *C. caucasica* Willd., *C. cinnamomea* Lindl., *C. paniculata* Pl., *C. strychnoides* Pl., *Aphananthe rectinervis* Pl., *Gironniera celtidifolia* Gaudich.,

---

1) *Trema rigida* Bl., *Tr. amboinensis* Bl., *Tr. orientalis* (*Sponia orientalis* Pl.).

Tr. politoria (*Sponia politoria* Pl.), *Tr. Lamarkiana* (*Sp. Lamarkiana* Decne.), *Phyllostylon brasiliense* Cap.

Drei und mehrschichtig war es bei: *Celtis philippinensis* Blanco., *C. mauritiana* Pl., *C. trinervia* Lamk., *C. integrifolia* Lamk., *Celtidopsis citrifolia* (Kth.) Priemer.

Ich muss jedoch bemerken, dass allzugroße Wichtigkeit der Anzahl der Schichten nicht beizumessen ist, da die verschiedensten Einflüsse auf das Assimilationssystem einwirken können, wie z. B. Licht, Wärme, directe Besonnung, Feuchtigkeit des Bodens und der Luft, welche Veränderungen in der Anzahl der Schichten hervorrufen können. Ich fand in der That auch bei einigen Species[1], welche über weite Gebiete verbreitet sind, Exemplare, mit einschichtigen, andere mit zweischichtigem Palissadenparenchym.

Einer weiteren Eigentümlichkeit wäre noch Erwähnung zu thun, dass bei einigen Celtisspecies[2] die Seitenwände der Palissadenzellen auf dem Querschnitt wellig sind. Wie oben schon erwähnt, liegen die Palissadenzellen meist sehr dicht ohne besondere Zwischenzellenräume aneinander. Locker dagegen ist das Palissadengewebe bei *Ulmus americana* Willd., *U. fulva* Michx., *Zelkova crenata* Spach., *Z. accuminata* Pl.

3. Schwammgewebe.

Der zweite Bestandteil des Assimilationssystems ist das Schwammgewebe. Während im Palissadenparenchym die constatierten Verschiedenheiten nur sehr wenig hervortretend waren, bietet das Schwammgewebe bedeutendere Unterscheidungsmerkmale der einzelnen Gattungen und Arten. Diese Verschiedenheiten konnten durch dichtere oder mehr lockere Anlage des Schwammgewebes oder durch mehr oder weniger starke Abweichungen von der typischen Form der einzelnen Zellen hervorgerufen sein.

Im Schwammparenchym besitzen die Zellen meist eine höchst unregelmäßige Gestalt mit Ausbuchtungen und Armen. Häufig sind sie außerdem noch in der Richtung der Fibrovasalstränge gestreckt. Die einzelnen Zellen sind durch weite Intercellularräume von einander getrennt. Diese Form und losere Anlage der Zellen findet sich bei den Gattungen *Ulmus, Planera, Zelkova*. Bei den Gattungen *Celtis, Trema, Hemiptelea, Holoptelea, Aphananthe, Gironniera, Phyllostylon* dagegen ist das Schwammgewebe dicht. Trotz gemeinsamer Dichtigkeit des letzteren ist jedoch bei eben genannten Gattungen die Gestalt seiner Zellen nicht immer gleich. So fand ich die Zellen des Schwammgewebes rund, nur hier und da etwas in die Länge gezogen, bei *Celtis brasiliensis* Pl., *C. dichotoma* Ruiz & Pav., *C. membranacea*

---

1) *Ulmus montana* Wither., *U. campestris* L., *Celtis australis* L., *C. occidentalis* L.

2) *Celtis mauritiana* Pl., *C. tetrandra* Roxb., *C. acculeata* Swartz., *C. Tala* Gill. *C. brasiliensis* Pl., *C. pubescens* Kth., *C. paniculata* Pl., *Celtidopsis citrifolia* (Kth.) Priemer.

Pl., *C. trinervia* Lamk., *C. triflora* Ruiz & Pav., *C. integrifolia* Lamk., *C. boliviensis* Pl., *C. Krausiana* Bernh., *C. cinnamomea* Lindl., *C. paniculata* Pl., *Trema amboinensis* Bl., *Tr, micranth.* (Schwartz) Engler, *Tr. orientalis* (*Sponia orientalis* Pl.), *Tr. angustifolia* (*Sp. augustif.* Lamk.), *Tr. guinensis* (*Sp. guuin.* Schum.), *Tr. virgat.* (*Sp. virg.* Pl.), *Tr. asper.* (*Sp. asp.* Pl.), *Phyllostylon brasiliense* Cap.

Meist tangential gestreckt sind sie bei *Chaetacme aristata* Pl., *Celtis mauritiana* Pl., *Gironniera celtidifolia* Gaudich., *Gir. rhamnif.* Bl.

Eine weitere Eigentümlichkeit des Schwammgewebes wird dadurch hervorgerufen, dass seine Zellen ungefähr cubische Gestalt annehmen, also dem Palissadengewebe sehr ähnlich werden. Am stärksten ist dieser Typus ausgebildet bei gewissen *Celtis*-Species [1]), denen schon andere anatomische Eigenheiten gemeinsam sind, z. B. papillöse Ausbildung der äußeren Membran der Epidermiszellen der Blattunterseite, stark hervortretende Cuticularleisten und besondere Form der Drüsenhaare.

Natürlich lassen sich scharfe Grenzen zwischen diesen drei Formen der Schwammgewebezellen nicht ziehen, es finden sich stets Übergänge und vermittelnde Formen.

Im Schwammgewebe sowohl wie im Palissadengewebe finden sich Kieselsäureverdickungen, die teils die Zellen vollständig ausfüllen, teils auch nur als warzenähnliche Verdickungen der Zellenmembran ansitzen.

Betrachten wir auf dem Querschnitt das Verhältnis des Palissaden- zum Schwammparenchym, so finden wir, dass bei fast allen Ulmaceen beide Gewebe gleich stark ausgebildet sind, d. h. dass die eine Hälfte des Blattquerschnittes vom Palissaden- die andere vom Schwammgewebe eingenommen wird. Nur in wenigen Fällen wiegt das eine oder das andere Gewebe vor. So ist das Palissadengewebe stärker ausgebildet bei *Ulmus parvifolia* Jaqu., *Celtis Tournefortti* Lamk., *C. japon.* Pl., *Trema velutina* (*Sponia velutina* Pl.), *Tr. politoria* (*Sp. pol.* Pl.). Das Schwammgewebe nimmt dagegen einen größeren Ranm ein bei *Celtis integrifolia* Lamk., *C. latifolia* Pl., *Gironniera parvifolia* Pl., *Gir. rhamnifol.* Bl.

4. Leitbündel.

In dem Assimilationssystem, dasselbe durchsetzend, verlaufen die Leitbündel.

Dieselben sind in bezug auf die Lage ihrer Elemente bei den Ulmaceen stets collateral gebaut und noch von einer Scheide anderer Gewebeelemente umgeben, welche, da dieselben nicht Chlorophyll führen, keinesfalls dem Assimilationssystem zuzurechnen sind; ebensowenig natürlich sind sie Teile

---

1) *Celtis reticul.* Torr., *C. crassifol.* Lamk., *C. Berland.* Kl., *C. Audibert.* Sp., *C. mississip.* Bosc., schwächer bei *Holoptelea integrif.* Pl., *C. Tala* Gill., *C. japonica* Pl., *C. caucas.* Wild., *C. cinnamom.* Lindl.

des Gefäßbündels, sondern nur begleitende Organe. Ich beobachtete bei den Ulmaceen zweierlei Arten von derartigem Scheidegewebe, nämlich Sklerenchym und Scheidenparenchym.

Die Lage des Sklerenchyms an den Leitbündeln ist eine wechselnde, entweder kann es nämlich unterhalb des Phloëms liegen, dieses sichelförmig einschließend, oder es kann auf beiden Seiten des Gefäßbündels auftreten, oder endlich das letztere vollkommen umschließen.

Unter dem Phloëm befindet es sich bei der gesamten Gattung *Ulmus*; auf beiden Seiten des Gefäßbündels liegt es bei *Holoptelea*, *Chaetacme* und einigen *Celtis*-Arten [1]); während es das Gefäßbündel kreisförmig umschließt bei *Planera* und *Gironniera*.

Unter Scheidenparenchym verstehe ich großlumige Zellen mit unverdickten Wandungen, welche nicht Chlorophyll führen. Häufig bewirken sie eine Verbindung der Gefäßbündelelemente mit der Epidermis. Der Ausdruck »Scheidenparenchym« ist von Prantl gewählt und scheint mir bezeichnender als der von Haberlandt eingeführte »Leitparenchym«, da durch die Silbe »Leit« die Vermutung hervorgerufen werden könnte, diese Elemente dienten der Stoff- bezw. Wasserleitung.

Es kommt weniger häufig vor als das Sklerenchym und findet sich bei den Gattungen *Trema*, *Chaetacme*, *Phyllostylon* und einigen *Celtis*-Sorten [2]), welche sich auch in anderer Beziehung als besondere Gruppe charakterisierten.

Abgesehen von der verschiedenen Verteilung der Gewebeelemente am Gefäßbündel ist besonders die wechselnde Lage des Gefäßbündels und seiner Scheide im Mesophyll von nicht unbedeutendem systematischen Wert.

In bezug auf die Lage der Leitbündel können wir zwei Typen unterscheiden, jenachdem sie samt ihren Scheiden die Epidermis beider Blattseiten auf dem Querschnitt berühren oder mitten im Mesophyll liegen, ohne in Zusammenhang mit der Epidermis zu stehen. Nach Prantl nenne ich den ersten Typus »Leitbündel mit durchgehender Scheide«, den zweiten »Leitbündel ohne durchgehende Scheide«. Die schon öfters angewandten Bezeichnungen »durchgehende« und »eingebettete Leitbündel« halte ich nicht für korrekt, da in den meisten Fällen nicht die Leitbündel hindurchgehen, bezw. eingebettet sind, sondern die um sie scheidenartig gelagerten Elemente, welche nicht Bestandteile des Leitbündels sind.

---

1) *Celtis Wight.* Pl., *C. Audibert.* Spach., *C. japonic.* Pl., *C. caucas.* Willd., *C. occidentalis* L., *C. austral.* L., *C. Tournefort.*, Lamk., *C. latifol.* Pl., *C. strychnoid.* Pl., *C. philippin.* Blanc., *C. glabrat.* Pl., *C. mauritian.* Pl., *C. Berlandier.* Kl., *C. reticul.* Torr., *C. mississip.* Bosc., *C. crassif.* Lamk.

2) *Celtis eriantha* E.M., *C. dichotoma* Ruiz et Pav., *C. membranac.* Pl., *C. brasil.* Pl., *C. boliv.* Pl., *C. accul.* Swartz., *C. Tala* Gill., *C. triflor.* Ruiz et Pav., alle die Gruppe *Momisia* bildend, *C. integrif.* Lamk.

Die Form der Gefäßbündel ist je nach der Lage im Mesophyll verschieden. Unter sonst gleichbleibenden Verhältnissen werden Leitbündel mit durchgehender Scheide eine von oben nach unten gestreckte Form annehmen, während Leitbündel ohne durchgehende Scheide ungefähr kreisförmig sind. Mit nur vereinzelten Ausnahmen ist das Vorkommen dieser beiden Arten bei den meisten Gattungen constant. So besitzen Leitbündel mit durchgehender Scheide die Gattungen *Trema*, *Zelkova*, *Planera*, *Hemiptelea*, *Phyllostylon rhamnoides* Taubert und einige *Celtis*- und Ulmaceenspecies[1]).

Leitbündel ohne durchgehende Scheide findet man bei den Gattungen *Holoptelea*, *Chaetacme*, *Ampelocera*, *Aphananthe*, außerdem bei gewissen *Celtis*species[2]).

5. **Schleimzellen.**

Wie schon bei der Besprechung der Epidermis erwähnt wurde, finden sich im Blattgewebe der Ulmaceen häufig Schleimzellen. Das Vorhandensein von Schleim bei *Ulmus campestris* L., *U. montana* Wither. hatte schon Radlkofer[3]) nachgewiesen. Außer diesen beiden Species besitzt jedoch die gesamte Gattung *Ulmus*, sodann *Planera*, *Zelkova*, *Celtis*, *Gironniera*, *Hemiptelea*, *Ampelocera* und *Chaetacme* Schleimzellen, während dieselben bei *Holoptela* und *Aphananthe* fehlen; in der Gattung *Trema* ist das Vorkommen von Schleimzellen wechselnd. In den meisten Fällen kommen sie in der Epidermis der Blattober- und unterseite vor. Jedoch giebt es auch Species, bei denen sie im Mesophyll liegen[4]).

Sehr reich an Schleimzellen sind ferner noch die Blattnerven und Blattstiele.

Das Vorkommen von Schleim wies ich mit der von Radlkofer angegebenen Tuschreaction nach, indem ich die Blattquerschnitte von getrockneten Exemplaren in Tuschwasser legte: war Schleim vorhanden, so quoll dieser aus den angeschnittenen Zellen heraus und verdrängte die Tusche. Dem chemischen Verhalten nach gehört der Ulmenschleim zu den »echten Schleimen«. Tschirch unterscheidet in seiner »Angewandten

---

1) *Celtis japonic.* Pl., *C. caucasic.* Willd., *C. crassifol.* Lamk., *C. Berland.* Kl., *C. Tournefort.* Lamk., *C. Audibert.* Spach., *C. mississip.* Bosc., *C. glabrata* Pl., *C. occident.* Pl., *C. austral.* L., *C. tetrandra* Roxb., *C. trinervis* Lamk., *C. membranacea* Pl., *C. Krausiana* Bornh., *C. erianth.* E. M., *Ulmus parvif.* Jacqu., *U. Hookeri* Pl.

2) *Celtis rigescens* Pl., *C. mauritiana* Pl., *C. triflora* Ruiz et Pav., *C. integrifolia* Lamk., *C. latifolia* Pl., *C. brasiliensis* Pl., *C. paniculata* Pl., *C. cinnamomea* Lindl., *C. brevinervis* Pl., *C. strychnoides* Pl., *C. philippinensis* Blanc., *C. dichotoma* Ruiz et Pav., *C. jamaicensis* Pl., *C. eriantha* E. M., *C. trinervia* Lamk., *C. triflora* Ruiz et Pav., *C. Tala* Gill., *C. boliviensis* Pl., *Phyllostylon brasilense Cap.*

3) Monographie der Sapindaceen-Gattung Serjania. München 1875.

4) *Celtis paniculata* Pl., *C. brevinervis* Pl., *C. rigescens* Pl., *C. dichotoma* Ruiz et Pav., *C. acculeata* Swartz., *C. jamaicensis* Pl., *C. latifolia* Pl., *C. mauritiana* Pl.

'flanzenanatomie« echte Schleime, Celluloseschleime und das Amyloid. Erstere geben mit Jodschwefelsäure und Chlorzinkjod Gelbfärbung; Cellu-osenschleime zeigen gegen genannte Jodreagenzien noch die Cellulose-eaction; das Amyloid endlich giebt mit Jod allein schon Blaufärbung. Wie ben gesagt gehört dieser Einteilung nach der Ulmenschleim zu den echten ichleimen. Blaues oder rotes Lackmuspapier veränderte in keiner Weise; m Wasser quillt er sehr stark, im Glycerin weniger; auf Zusatz von Alkohol vird er contrahiert, wobei deutliche Schichten eintreten. In Kupferoxyd-mmon ist er unlöslich; überhaupt treten bei ihm dieselben Erscheinungen uf, welche Radlkofer bei Behandlung des Schleimes von *Serjania* mit ver-chiedenen Reagenzien gefunden hatte. Sehr vorteilhaft zur Beobachtung er Schleimzellen fand ich ein vorheriges Behandeln des zu untersuchenden laterials mit Kaliumdichromat, indem ich es in eine im Verhältnis 1 : 10 argestellte Kaliumdichromatlösung mehrere Stunden legte. Der Schleim var nach dieser Zeit erstarrt, ohne seine Form zu ändern. Ich konnte nun ie Schnitte in Glycerin, Wasser u. s. w. beobachten, ohne ein Hervor-uellen des Schleimes aus der Zelle befürchten zu müssen. Durch Alkohol, hloralhydrat, Salzsäure, Essigsäure, Eau de Javelle, Kalilauge oder urch Kochen wurde derartig erstarrter Schleim in keiner Weise ange-riffen, so dass bei der verschiedenartigsten Behandlung der Schnitte, elche die Beobachtung derselben unter dem Mikroskop erforderte, die orm der Schleimzellen unverändert blieb. Der Schleim selbst nimmt eine elbliche Färbung an; es ist daher eine Verwechselung mit Gerbsäure-chläuchen, die sich bei unbehandeltem Material durch ein den Schleim-ellen ähnliches Lichtbrechungsvermögen auszeichnen, ausgeschlossen, da ie Gerbsäure nach längerem Gebrauch mit Kaliumdichromat dunkelbraun efärbt wird. Das Protoplasma mit Zellkern der Schleimzelle wird bei ieser Behandlung braun gefärbt, contrahiert und liegt der oberen Zell-vand an.

Die Form der Schleimzellen ist nach ihrem Vorkommen verschieden. 1 der Epidermis sind sie rund und reichen tief, gleich den Cystolith ihrenden Zellen, in das Palissaden- bezw. Schwammgewebe hinein, die brigen Zellen mehr oder weniger an seitlicher Ausdehnung übertreffend. 1 den Blattnerven und -stielen, im Mesophyll des Blattes und in der Rinde nd sie meist rund und unterscheiden sich von den sie umgebenden Zellen urch ihre bedeutendere Größe und ihr starkes Lichtbrechungsvermögen. Vie schon erwähnt, ist in den Schleimzellen stets eine Schichtung zu beob-chten; in den meisten Fällen konnte ich jedoch eine, seltener zwei deutlich ervortretende Linien wahrnehmen; die zweite war stets dem Schleim ngebettet, während die erste den Schleim führenden Teil der Zelle gegen as Protoplasma hin in Form eines Meniskus begrenzte. Diese beiden Linien ieben auch dann noch in der Zelle sichtbar, wenn der Schleim auf irgend ne Weise entfernt war. Mit Jodschwefelsäure und Chlorzinkjod behandelt,

nahmen sie Blaufärbung an; Congorot färbte sie rot: sie enthielten also noch unveränderte Cellulose. Über die Natur des Ulmaceenschleimes, über die ihn begrenzende, bezw. in ihm eingelagerte Cellulosenmembran suchte ich entwickelungsgeschichtlich Aufklärung zu erhalten. Dieselbe Art der Verschleimung ist schon bei anderen Familien beobachtet worden; über ihre Entstehung wurden zwei einander entgegengesetzte Ansichten ausgesprochen.

Radlkofer hat ein analoges Verhalten bei den Schleimzellen von *Serjania* beobachtet und beschreibt es wie folgt: »Dieser Schleim verdankt seinen Ursprung einer Metamorphose der Membranen der Epidermiszellen, ähnlich wie z. B. der Schleim der Leinsamen, worauf ich an anderer Stelle schon früher (s. Report of the XXXVIII. Meeting of the advancement of science held at Norwich in August 1868, Transactions of the Sections p. 111) hinwies. Es ist hier die innere, dem Blattparenchym zugekehrte Wandung der Epidermiszellen, welche der Verschleimung unterliegt.

Diese Wandung erscheint schon an trockenen Durchschnitten des Blattes stärker und oft um ein mehrfaches stärker verdickt, als die äußere oder die seitlichen Wandungen der betreffenden Zellen. Die Verdickung ist gewöhnlich beträchtlicher in der Mitte als am Rande, und die Wandung wird so nicht selten auf Kosten des Zellraumes zu einer linsen- oder halbkugelförmigen soliden Masse, welche im gequollenen Zustande das Plasma nach der äußeren und nach den seitlichen Zellwandungen zurückdrängt, so dass solche Zellen nun ganz von der Schleimmasse erfüllt und den Schleimzellen der Salepknollen, abgesehen natürlich von dem verschiedenen Ursprung des Schleimes, ähnlich erscheinen. Auch der untere Teil der Seitenwandungen, soweit diese zwischen den verdickten Innenwänden gelegen sind, erscheint in dem Verschleimungsprocess nicht selten deutlich mit einbezogen.

In Wasser quillt die Masse der verschleimten Membranen von außen nach innen bald rascher, bald langsamer auf, wobei bald mehr, bald weniger deutliche Schichtung derselben parallel ihrer Oberfläche und Streifung der Schichten senkrecht auf ihrer Fläche hervortritt. Die wasserärmeren, dichteren Schichten bleiben auch nach starker Ausdehnung meist noch deutlich sichtbar, namentlich so eine oberste und eine unterste Schichte, welche nur wenig oder gar nicht in den Verschleimungsprocess mit eingegangen zu sein scheint, da sie gewöhnlich deutlich Cellulosenreactionen zeigen, durch Jod und Schwefelsäure sich blau färben.«

Flückiger[1]) fand derartige Schleimzellen in der Epidermis der Blätter verschiedener *Barosma*arten, welche die Bukublätter liefern, und erklärte den unteren Teil der Schleimzellen, welche den Schleim enthalten, für eine besondere Schleimzellschicht unter der Epidermis.

1) Schweizerische Wochenschrift für Pharmacie No. 51, 19. Dec. 1873.

In neuerer Zeit stellte über diesen Punkt, ebenfalls an *Barosma*arten, Schimojama[1]) Untersuchungen an, welche zu dem Resultat führten, dass er erklärte: »er müsse den bezüglichen Anschauungen und Abbildungen Flückiger's beipflichten«. Nach Schimojama entstehen aus jeder später Schleim führenden Zelle durch Auftreten einer Cellulosescheidewand zwei Zellen: eine als Epidermiszelle functionierende und eine Schleim führende Zelle. Er giebt jedoch zu, dass diese Zellbildung nicht im Sinne der Zellteilung entstehe, denn in der Schleimzelle seien Zellkerne nicht zu finden. Radlkofer kommt in seiner »Gliederung der Familie der Sapindaceen« (aus den Sitzungsberichten der math.-physik. Klasse der Kgl. bayr. Akademie der Wissenschaften 1890. Band 20. Heft I. p. 314. Anm.) auf diesen Punkt zurück und hält in drastischer Abfertigung seine oben angeführte Ansicht voll und ganz aufrecht.

Auch meine Beobachtungen ergaben unzweideutig, dass die von Radlkofer beschriebene Entstehungsart des Schleimes in solchen Epidermiszellen die allein richtige sei. Für die Entscheidung dieser Frage war die vorhin von mir beschriebene Behandlungsweise des Schleimes, welche auf eine Fixierung hinführt, von bedeutendem Wert. Die entwickelungsgeschichtlichen Untersuchungen stellte ich an sehr jungen Blättern von *Ulmus montana* Wither. und *U. campestris* aus dem hiesigen Botanischen Garten an. In jugendlichem Zustande ist eine Unterscheidung zwischen Schleimzellen und nicht Schleim führenden Epidermiszellen unmöglich. In etwas älteren Blättern bemerkt man schon ein allmähliches Hervorquellen des Schleimes von der hinteren Zellwand aus, und zwar tritt bereits in dem frühesten Stadium der Verschleimung deutlich eine Scheidewand zwischen Schleim und Protoplasma hervor, und diese Membran sehe ich als die dem Zellinhalt zunächst gelegene Celluloselamelle der verschleimenden Wand an. Wenn ich auch nicht immer eine Wand beobachten konnte, da die Kleinheit des Objects und die mitunter durch allzulanges Behandeln des Materials mit Kaliumdichromatlösung zu stark hervorgerufene Bräunung das Erkennen und Finden einer so zarten Linie erschwerte, so waren doch stets Schleim und Protoplasma scharf von einander geschieden, der Schleim drängte nun allmählich das Protoplasma nach der entgegengesetzten Zellwand. Irgend welche Vorgänge, welche zu einer Zellteilung gehören, z. B. Teilung des Zellkernes und des Protoplasmas, fehlten vollständig. Dass es die Zellwandungen sind, welche verschleimen, ersieht man deutlich daraus, dass sie an den Stellen, an welchen kein Schleim sich befindet, bedeutend stärker sind als dort, wo Schleim sich ablagert.

Kann man ein derartiges Verhalten schon ziemlich deutlich an den epidermalen Schleimzellen beobachten, so bieten ein noch klares Bild hierfür die Schleimzellen in den Blattnerven und -stielen. Die Verschleimung

---

1) Archiv der Pharmacie Band XXVI, Heft II. 1888.

erfolgt bei diesen in derselben Weise wie bei den Epidermiszellen. Da hier jedoch die Schleimzellen größer sind und stärkere Wandungen besitzen, ist die verschiedene Stärke der verschleimten und der nicht verschleimten Membranen augenscheinlicher. Sehr häufig finden sich auch mehrere Schleimzellen nebeneinander; der Verschleimungsprocess erfolgt dann meist an der, die Schleimzellen von einander trennenden Membran. In den verschiedenen Stadien kann man ein allmähliches Verquellen dieser Zellwand beobachten, wie sie immer schwächer wird, bis man schließlich nur noch Cellulosereste in den Schleim hineinragen sieht. Auf diese Weise entstehen in den Blattnerven und -stielen mitunter ganze Schleimräume; auch bei epidermalen Schleimzellen konnte ich, wenn zwei oder mehrere nebeneinander lagen, ein allmähliches Verschleimen der trennenden Membran bemerken.

Auf Grund dieser Beobachtung muss ich mich entschieden der Radlkofer'schen Ansicht anschließen, dass, speciell in den epidermalen Schleimzellen, die dem Mesophyll anliegende Membran in den Verschleimungsprocess eintritt, dass die Verschleimung jedoch nicht gleichmäßig erfolgt, sondern dass abwechselnd dichtere und wenig dichtere Schichten hierbei entstehen, ja dass sogar vollkommen unverschleimte Celluloselamellen auf diese Weise im Schleim zurückbleiben. Stets unverschleimt bleibt die dem Zellplasma angrenzende Lamelle. So erhalten wir denn die Erklärung für das oben beschriebene Bild, dass in den ausgebildeten Schleimzellen eine Wand zwischen Plasma und Schleim lagert, dass Schichten vorhanden sind und dass auch noch andere deutlich hervortretende Linien im Schleim zu beobachten sind. Das Vorhandensein dieser Membranen innerhalb der Schleimzellen halte ich für ein gutes Erkenntnismittel der letzteren, da sich wohl bei allen Familien die Verschleimung in der Epidermis auf gleiche Weise vollziehen dürfte. Außer bei *Serjania-* und *Barosma*arten habe ich ein gleiches Verhalten auch in den Blättern von *Tilia* beobachtet.

Die von mir angegebene Behandlung des Schleimes mit Kaliumdichromatlösung bietet vor allem den Vorteil, dass man alle Verhältnisse, wie Schichtung u. s. w. im Schleim in den verschiedensten Medien beobachten kann, ohne, wie das bei unbehandeltem Material der Fall ist, ein Verquellen der Schichten und ein Herausdrängen des Schleimes aus den Zellen befürchten zu müssen. Es behält vielmehr der so behandelte Schleim seine Form und Lagerung bei und giebt uns Gelegenheit, auch seine innere Structur genau zu beobachten.

In welcher Weise sich der Schleim anderer Familien und anderer Organe gegen die Behandlung mit Kaliumdichromatlösung verhält, darüber habe ich nur an einigen Objekten Versuche angestellt. In der *Althaea*-Wurzel z. B. erstarrte der Schleim in den Zellen auf dieselbe Weise, wie bei den Ulmenblättern; auch in der Epidermis der Lindenblätter erstarrte der Schleim, jedoch zeigte bei diesen der festgewordene Schleim nicht eine

o intensive Gelbfärbung, wie bei den Ulmaceen. Es ist daher die Möglich-
eit nicht ausgeschlossen, daß im Ulmenschleim, wenn auch nur in ganz
erschwindender Menge Gerbsäure enthalten ist.

Ein analoges Verhalten, wie es diese Verschleimung der Zellwandungen
eigt, finden wir übrigens in der Pflanzenwelt in der Korkbildung, auch
ier tritt eine Abwechslung von verkorkten und unverkorkten Schichten auf.

6. Krystalleinschlüsse.

Über die systematische Verwendung der verschiedenen Formen des
xalsauren Kalks bezw. über sein charakteristisches Vorkommen bei den
erschiedenen Arten waren die Ansichten der Autoren lange Zeit geteilt. In
euerer Zeit hat sich die Ansicht DE BARY's[1]: »Dass die Form der Krystall-
inschlüsse und der Krystalle in ihnen für manche Abteilungen, Familien
nd Arten charakteristisch sei«, mehr und mehr als die richtige heraus-
estellt und auch ich konnte bei den Ulmaceen mit Hülfe der Krystallein-
chlüsse wichtige anatomische Merkmale für Formenkreise constatieren.

Im allgemeinen lässt sich bei den Ulmaceen die Regel aufstellen, dass
ie Zellen mit Einzelkrystallen in den Gefäßbündeln, oder diesen angela-
ert vorkommen; die Drusen dagegen im Schwamm- und Palissadengewebe
ich finden; bei denjenigen Gattungen jedoch, welche keine Einzelkrystalle
esitzen, liegen die Drusen ebenfalls in oder an den Blattnerven.

Die Größe der Krystalleinschlüsse ist bei den meisten Species nahezu
leich; ebenso lassen sich auch inbetreff eines mehr oder weniger zahl-
eichen Vorkommens bestimmte Regeln nicht angeben, da die Boden-
eschaffenheit offenbar für mineralische Einlagerungen von hervorragender
Vichtigkeit ist.

Bei den Ulmaceen finden sich entweder Einzelkrystalle oder Drusen,
der beide Formen zugleich, ich muss jedoch schon an dieser Stelle her-
orheben, dass in der Blattspreite nicht immer dieselbe Form auftritt wie
n Blattstiel.

Einzelkrystalle und Drusen in den Blättern besitzen die Gattungen
lmus, *Hemiptelea*, *Gironniera*, *Aphananthe* und *Celtis*; für *Celtis* jedoch mit
er Einschränkung, dass im Mesophyll des Blattes die Drusen fehlen, im
lattstiel hingegen vorhanden sind bei *Celtis membranacea* Pl., *C. pubescens*
th., *C. triflora* Ruiz et Pav., *C. brasiliensis* Pl., *C. dichotoma* Ruiz et Pav.,
. *boliviensis* Pl., *C. acculeata* Schwartz., *C. Tala* Gill., *C. eriantha* E. M.
iese Species nehmen jedoch anatomisch eine gewisse Sonderstellung ein.

Nur Einzelkrystalle kommen vor bei *Zelkova* und bei *Ampelocera* im
lattstiel, Drusen allein waren vertreten bei *Planera*, *Holoptela* und *Trema*.

Bei *Ampelocera* Ruiz & Kl. fehlen in der Blattspreite sowohl Drusen
ie Einzelkrystalle.

---

1) Vergleichende Anatomie der Vegetationsorgane der Phanerogamen und Farne.

Der hohe systematische Wert der Krystalleinschlüsse erhellt deutlich aus diesen Beobachtungen. Durch den Wechsel im Vorkommen der beiden Formen und die Verschiedenheiten in Blattspreite und -stiel entsteht eine gewisse Mannigfaltigkeit, welche es ermöglicht, im Verein mit andern anatomischen Merkmalen die einzelnen Gattungen zu charakterisieren. Jedoch ist der Befund, welchen die Untersuchung der Ulmaceen inbezug auf die Krystalleinschlüsse ergab, eine Mahnung, bei Verwertung derselben für systematische Zwecke mit größter Vorsicht zu Werke zu gehen, da wir nicht aus dem Ergebnis der Untersuchungen der Blattspreite auf andere Organe schließen können.

7. Freie Sklerenchymelemente.

Bei einigen *Celtis*species[1]) finden wir, abgesehen von den Sklerenchymelementen, welche als Begleitorgane der Gefäßbündel dienen, noch andere frei von diesen verlaufende, welche ich daher »Freie« Sklerenchymelemente nennen will. Durch ihre meist regelmäßige Gestalt unterscheiden sie sich von den in anderen Familien vorkommenden Spikularfasern. Ihre Wandung ist stark verdickt, und besitzt zahlreiche Tüpfeln. Sie kommen gewöhnlich in Gruppen vor, nur selten findet man sie einzeln verlaufend. Ihre Länge beträgt ungefähr 8 bis 30 Mikra; ihre Breite ungefähr 5 bis 13 Mikra. In den meisten Fällen sind sie jedoch nur 15 Mikra lang. Sie ziehen sich zwischen Schwamm- und Palissadengewebe parallel zur Blattoberfläche hin, ohne weder die ober- oder noch die unterseitige Epidermis zu berühren; durch diese Lage im Mesophyll weichen sie hauptsächlich von den sogenannten Spikularfasern ab, welche sich bekanntlich meist von der Epidermis der Ober- zu derjenigen der Unterseite hinziehen.

8. Kieselsäure und kohlensaurer Kalk.

Außer dem oxalsauren Kalk kommen bei den Ulmaceen noch zwei andere mineralische Einlagerungen vor, nämlich Kieselsäure und kohlensaurer Kalk. Vor allem ist es die Kieselsäure, welche sich sehr häufig bei den Ulmaceen findet; denn in den Blättern sämtlicher Arten konnte sie nachgewiesen werden. Hauptsächlich sind es die Deckhaare, deren Wandungen sie inkrustiert. Hierdurch ruft sie Einbuchtungen in das Lumen der Haare hervor, und bewirkt mitunter dessen völlige Ausfüllung. Doch nicht die Haarmembran allein, sondern die gesamte Epidermis ist die Hauptablagerungsstätte für Kieselsäure.

Schon Mohl[2]) hatte bei den Ulmaceen das Vorhandensein von Kieselsäure beobachtet und ziemlich eingehend beschrieben. Meine Resultate weichen von seinen Beobachtungen nicht ab.

---

1) *Celtis brevinervis* Pl., *C. tetrandra* Roxb., *C. strychnoides* Pl., *C. paniculata* Pl.

2) »Über das Kieselskelett lebender Pflanzenzellen«. Botanische Zeitung XIX. Jahrg.

Bei den Kieselsäureablagerungen macht sich derselbe Unterschied zwischen der Epidermis der Blattober- und -unterseite geltend wie bei der Cuticula. Die Epidermis der Blattoberseite besitzt nämlich stets stärkere, weiter um sich greifende Kieselsäureinkrustationen als diejenige der Unterseite. Sogar die gesamte Oberseite des Blattes ist bei manchen Species, z. B. bei *Celtis rigescens* Pl. verkieselt, so dass dadurch die Blätter einen metallähnlichen Glanz erhalten und sehr spröde werden.

Die Art und Weise der Einlagerung und die Veränderungen, welche dadurch die Zellenmembranen erleiden, habe ich genauer bei oben genannter *Celtis rigescens* Pl. untersucht. Bei dieser, wie überhaupt bei den meisten Ulmaceenspecies, ist es hauptsächlich die von der Cuticula bedeckte Membran, in welcher die Kieselsäureablagerung stattfindet. Die Außenmembran ist hier ungefähr 10 Mikromillimeter stark. Diese Verdickung geht auch auf die Seitenwandungen über, nimmt jedoch in diesen sehr schnell ab, so dass dadurch die Epidermiszellen der Blattoberseite die Form von Spitzbogen annehmen. In diesen Verdickungen kann man deutlich Schichten wahrnehmen; dass es wirklich Kieselsäure ist, welche diese Veränderung hervorruft, beweist das Kieselsäureskelett, welches nach dem Verbrennen der Schnitte zurückbleibt. Die Kieselsäure ist wahrscheinlich zwischen die Cellulosemicellen eingelagert und zwar ist nach der Cuticula zu die Kieselsäure in größerer Menge vorhanden als in den dem Zellinnern zugekehrten Schichten; denn bei ungenügender Verbrennung zeigen diese Partien noch Schwärzung, während die der Cuticula anliegenden unverändert erscheinen.

Aus diesem Ergebnis möchte ich besonders hervorheben, dass genau wie bei der Verschleimung der Membranen diejenige Schicht der äußeren Zellwand, welche dem Lumen der Zelle am nächsten ist, am meisten ihre Cellulosennatur bewahrt. Eine schichtenweise Ablagerung der Kieselsäure vom Innern der Zelle aus ist nach diesem Befund nicht denkbar, sondern es muss die Mineralsubstanz zwischen die kleinsten Teile der Zellwand eingelagert sein. Wie in diesem speciellen Falle, dürfte überall bei den Ulmaceen die Kieselsäure mit der Cellulose verbunden sein; jedoch sind die Umgestaltungen, welche die Zellmembranen dadurch erfahren, sehr verschieden.

Mit der Kieselsäure ist in den meisten Fällen kohlensaurer Kalk verbunden. Hierdurch wird eine getrennte Besprechung dieser beiden Arten mineralischer Einlagerungen gewissen Schwierigkeiten unterworfen. Wenn ich daher an erster Stelle auch nur die Kieselsäure behandeln will, werde ich hier schon des kohlensauren Kalks Erwähnung thun müssen; ebenso wie ich bei Erörterung des letzteren auf die Kieselsäure zurückkommen werde. Sodann ist es schwer anzugeben, ob Kieselsäure allein oder in Gemeinschaft mit kohlensaurem Kalk vorhanden ist; denn wie

schon Kohl[1]) erwähnt, »lassen sich geringe Mengen kohlensauren Kalks nicht durch Säurebehandlung an der Blasenentwickelung unter dem Mikroskop erkennen.« Ich kann inbezug auf diese Beobachtung Kohl vollkommen beistimmen. Aber auch die Probe mit Schwefelsäure liefert nicht genaue Resultate, da wir bei den Ulmaceen auch große Mengen von oxalsaurem Kalk finden. Infolgedessen können wir aus dem Auftreten von Gypsnadeln weder auf eine bestimmte Art von Kalkablagerung noch auf einen bestimmten Entstehungsort dieser Nadeln schließen. Es lässt sich daher in den Fällen, in welchen der kohlensaure Kalk nur in geringer Menge vorhanden ist, schwer sagen, ob die Kieselsäure allein, oder mit diesem gemeinsam auftritt.

Die Veränderungen, welche die Membranen durch Einlagerungen von Kieselsäure erfahren, sind sehr verschieden. Die einfachste Form ist diejenige, bei welcher nur eine Veränderung der Zellwand derart entsteht, wie wir diese am stärksten bei *Celtis rigescens* Pl. sehen können. Wie schon erwähnt, ist stets die Wandung der Deckhaare und zwar in den meisten Fällen in dieser Weise verdickt, und ihre Verstärkung durch mineralische Substanz ist ihrem Zweck, als Verteidigungswaffe zu dienen, durchaus angemessen.

Nächstdem sind es die um die Deckhaare herumgelegenen Epidermiszellen, bei welchen derartige Verdickungen nachzuweisen sind. Bei den epidermalen Zellen werden in erster Reihe die von der Cuticula bedeckten Wände mit Kieselsäure inkrustiert. Von diesen aus erstrecken sich dann, immer schwächer werdend, die Verdickungen auch auf die Seitenwände. Das Vorhandensein von Kieselsäure können wir hier, auch ohne Anwendung von Reagenzien an der bedeutenderen Stärke der Zellwandungen und an dem besonders auffallenden Lichtbrechungsvermögen derselben erkennen. Dass die Verdickung in dieser Weise erfolgt, dass nämlich die Außenwand der Epidermiszellen am stärksten, nach dieser die Seitenwände, am wenigsten oder gar nicht die dem Mesophyll angrenzende Membran mit Kieselsäure imprägniert ist, sehen wir am deutlichsten am Kieselsäureskelett des Blattquerschnittes. Während nach dem Verbrennen die äußere und die beiden Seitenwandungen noch ganz, letztere vielleicht auch nur zum Teil erhalten sind, fehlt die hintere Wand in den meisten Fällen vollständig.

Eine weitere Complication der Kieselsäureeinlagerungen erfolgt in der Weise, dass die verkieselten Zellwandungen an einzelnen Stellen besonders stark verdickt sind. Diese partiellen Verdickungen treten immer deutlicher hervor, es entstehen Ausbuchtungen in das Lumen der Zelle, in ursprünglichster Form als Knoten, bezw. warzenförmige Ausstülpungen und zwar

1) Anatomisch-physiologische Unterscheidung der Kalksalze und Kieselsäure in der Pflanze. — Marburg 1889.

sowohl der äußeren wie der Seitenwandungen, sodann in complicierter Form, in den verschiedensten Gestaltungen bis zu ihrer extremsten Ausbildung als Cystolithe.

Ein vollkommenes Bild für partielle Verdickung und zwar speciell der oberen Zellwand bietet *Celtis Wightii* Pl.

Hier ist stets die Mitte dieser Wandung angeschwollen und bildet Ausbuchtungen sowohl nach dem Zellinnern, als auch nach außen; die Epidermis erscheint daher durch diese nach außen gehenden Verdickungen papillös vorgezogen.

Außerdem finden wir Kieselsäure im Mesophyll des Blattes, sowohl im Palissaden- wie im Schwammgewebe. Auch hier konnte ich zunehmende Verkieselung von warzenähnlichen Verdickungen bis zu vollständiger Ausfüllung ganzer Zellcomplexe [1]) beobachten.

Bei zweischichtiger Epidermis waren sowohl in der oberen wie unteren Schicht Kieselsäureverdickungen zu finden.

Ebenso wie die Form der Verdickungen sehr verschieden ist, ist auch die Stärke und Mächtigkeit derselben einem bedeutendem Wechsel unterworfen. Im Allgemeinen lässt sich zwar anführen, dass mit der zunehmenden Stärke des Auftretens der Kieselsäure auch eine größere Complication der Formenbildung der Verdickungen Hand in Hand geht. Eine typische Form von Verdickungen ließe sich nur von wenigen Arten angeben; meist weisen die Inkrustationen bei derselben Species eine große Mannigfaltigkeit in der Ausbildung auf.

In bezug auf die Mächtigkeit der Kieselsäureverdickungen lässt sich, freilich mit gewissen Einschränkungen, sagen, dass in den Gattungen *Celtis*, *Trema* (*Sponia*), *Chaetacme*, *Holoptelea*, *Hemiptelea* die Verkieselung größere Ausdehnung annimmt und stärkere Verdickungen hervorruft, als bei den übrigen Gattungen.

Der kohlensaure Kalk findet sich meist der Kieselsäure beigesellt, mitunter ist er nur in ganz verschwindender Menge, manchmal aber auch in großer Masse in den Verdickungen enthalten. Am vollkommensten ist diese Einlagerung von Kalkcarbonat als Cystolithe ausgebildet, und hier ist es auch am reichlichsten enthalten. Sodann findet es sich auch, freilich in sehr wechselnder Menge, in den cystolithischen Verdickungen, die ich, um den Radlkofer'schen Ausdruck auch hier einzuführen, Cystothylen nennen will. Außer in den Cystolithen und Cystothylen fand ich, allerdings der Menge nach beträchtlich hinter den Cystolithen zurückbleibend, kohlensauren Kalk den Haarmembranen der Gattungen *Aphananthe* und *Gironniera*, sowie *Celtis boliviensis* Pl., *C. brasiliensis* Pl., *C. dichotoma* Ruiz et Pav. in Form von Warzen nach außen zu eingelagert.

---

1) Im Palissadengewebe: *Celtis Krausiana* Bernh., *C. tetrandra* Roxb., *C. triflora* Ruiz et Pav., *C. Tala* Gill.; im Schwammgewebe: *Celtis paniculata* Pl., *C. cinnamomea* Lindl., *C. tetrandra* Roxb., *C. Tala* Gill.

In sehr großer Menge kommt der kohlensaure Kalk auch noch in den Pericarpien der *Celtis*früchte vor. Hier findet er sich im Zellinnern und ist wahrscheinlich nur in geringer Menge in die Membranen eingelagert.

Eine genaue Anschauung davon zu erhalten, wie das Kalkcarbonat in den *Celtis*früchten aufgespeichert ist, ist deshalb sehr schwer, weil schon in dem frühesten Stadium der Kalk, vom Endocarp aus anfangend nach außen sich verbreitend, sich dem Pericarp einlagert, und zwar sofort in großer Menge, so dass nach einem Behandeln mit Säuren die Membranen zerrissen sind, ein Schneiden der mit kohlensaurem Kalk erfüllten Zellen jedoch sehr schwer ist.

Schon oft sind die *Celtis*früchte Gegenstand von Untersuchungen gewesen, in neuerer Zeit von Melnikoff[1]) und Kohl (l. c.).

Melnikoff's Anschauungen über die Form der Einlagerungen des kohlensauren Kalks sind noch sehr unklar und verleiten ihn zu manchen Irrtümern, während Kohl uns ein deutliches Bild dieser Verhältnisse giebt. Nach diesem Autor ist der Verkalkungsprocess folgender:

»In den Zellen des Endocarps bildet sich eine netzartige, secundäre Verdickungsmasse aus, die um so mächtiger ist, je weiter die betreffende Zelle nach innen liegt. Da nun die Größe dieser Zellen nach innen zu mehr und mehr abnimmt, ist die directe Folge, dass bei den dem Samen zugewandten Zellen das Lumen beinahe verschwunden ist. Da die Lumina der in Rede stehenden Zellen außerordentlich reduciert sind, kann von einem irgend wie beträchtlichen Inhalt nicht gesprochen werden; ob derselbe kohlensauren Kalk in Krystallen führt, ist schwer nachzuweisen; jedenfalls beruht die Härte, das charakteristische Aussehen des Endocarps in erster Linie auf der intensiven Einlagerung des Carbonats in die netzförmige Verdickungsmasse.«

Nach meinen Beobachtungen muss ich dieser Annahme Kohl's beipflichten, ergänze jedoch seine Angaben dahin, dass auch in diesem Falle der kohlensaure Kalk mit Kieselsäure gemeinschaftlich vorkommt und ich möchte der Ansicht zuneigen, dass die secundäre Verdickungsschicht hauptsächlich aus Kieselsäure besteht. Nach Entfernung des Kalks durch Säuren und nach Verbrennung der entkalkten Masse erhielt ich stets ein poröses Kieselsäureskelett, welches noch deutlich die Zellstructur erkennen ließ. Die Verkieselung erfolgt hier wahrscheinlich ebenso wie bei *Celtis rigescens* Pl., in der Weise nämlich, dass nach dem Zellinneren zu die Masse der eingelagerten Kieselsäure abnimmt.

Molisch[2]) hatte auch im Kernholz und im Splint von *Ulmus montana* Wither., *U. campestris* L., *Celtis orientalis* L., *C. occidentalis* L., Kalkcarbonat

1) »Untersuchungen über das Vorkommen des kohlensauren Kalkes in Pflanzen«. Dissertation Bonn 1877. p. 51.

2) Über die Ablagerung von kohlensaurem Kalk im Stamme dicotyler Holzgewächse« Sitzungsber. d. Wien. Akad. Bd. 84. p. 7).

als Zellinhaltsbestandteil gefunden. Außerdem fand ich auch noch bei *U. pedunculata* Fong. in derselben Weise kohlensauren Kalk abgelagert.

9. Cystolithe.

Der systematische Wert, den die oben erwähnten Cystolithe besitzen, scheint eine besondere Besprechung derselben nötig zu machen. Es ist schwer, bei den Ulmaceen einen strengen Unterschied zwischen Cystolithen und cystolithischen Verdickungen (Cystothylen) zu ziehen, da die Cystothylen unter Umständen in Cystolithe übergehen können.

Ich verstehe unter Cystothylen bei den Ulmaceen alle Inkrustationsgebilde, welche aus relativ wenig veränderter Zellmembran hervorgehen, weder einen Stiel noch eine Schichtung um ein Centrum erkennen lassen; als Cystolithe dagegen bezeichne ich nur solche Cellulosegebilde, welche kohlensauren Kalk enthalten und neben deutlicher Schichtung meist einen Stiel besitzen. Fehlt jedoch letzterer, so muss wenigstens eine Schichtung vorhanden sein.

Die Cystolithe der Ulmaceen, in ihrer vollkommensten Ausbildung, sind im großen und ganzen denjenigen von *Ficus* gleich. Eine besondere Beschreibung derselben scheint mir daher nicht nötig. Sie finden sich in der Regel in einer nach dem Mesophyll zu stark vergrößerten und oft nur mit sehr geringem Membranstück an der Oberflächenbildung beteiligten Epidermiszelle der Lithocyste, mit Ausnahme von *Celtidopsis citrifolia* (Kth.) Priemer, bei welcher ich im Mesophyll Cystolithe beobachtete. Während die Cystothylen in sämtlichen Gattungen der Ulmaceen vorkommen, besitzen echte Cystolithe nur die Gattungen *Celtis*, *Trema*, *Holoptelea*, *Hemiptelea*, *Chaetacme* und *Phyllostylon*.

Die Cystolithe befinden sich bei den Ulmaceen entweder in der Epidermis der Blattoberseite allein [1]), oder in Blattober- und -unterseite [2]), und zwar sowohl in einfachen Epidermiszellen, als auch in Deckhaaren. Nur bei oben erwähnter *Celtidopsis citrifolia* (Kth.) Priemer kommen sie auch im Mesophyll vor. Die Stellung dieser Species im System der Ulmaceen ist jedoch noch nicht genügend aufgeklärt. Meist liegen die cystolithführenden Epidermiszellen in gleicher Höhe mit den übrigen Epidermiszellen.

Bei einigen Species liegen jedoch die ersteren in einer mehr oder weniger tiefen Einsenkung der Epidermis; am stärksten konnte ich dieses Verhältnis bei *Celtis brasiliensis* Pl. beobachten.

Die Form der Cystolithe ist in den meisten Fällen constant; entweder

---

1) *Celtis tetrandra* Roxb., *C. crassifolia* Lamk., *C. dichotoma* Ruiz et Pav., *C. glabrat.* l., *C. caucas.* Willd., *C. reticul.* Torr., *C. Audib.* Spach., *C. mississip.* Bosc., *C. Berlandieri* Kl.

2) Bei den übrigen Gattungen und Species finden sie sich auf beiden Seiten.

sind sie traubenförmig[1]), oder cylindrisch[2]), oder mehr der Kugelform[3]) sich nähernd. Hauptsächlich wirkt bedingend auf ihre Form ein der Ort, an welchem sie vorkommen, ob sie in der Epidermis oder in den Haaren sich befinden. Im ersten Falle ist wiederum die verschiedene Breite des Blattquerschnitts für ihre Ausbildung maßgebend. Es ist erklärlich, dass auf einem breiten Blattquerschnitt sich langgestreckte, meist trauben- oder cylinderförmige Cystolithe finden werden, während sich in einem dünnen Blatt ihre Gestalt mehr der Kugelform nähern wird.

Natürlich finden auch hier gewisse Eigenheiten der Formenbildung statt. So finden wir z. B. nierenförmige Cystolithe bei *Celtis pubescens* Kth. und *C. integrifolia* Lam.; bei *Chaetacme aristata* Pl. besitzen sie die Form von Hutpilzen. Bei einigen anderen Species[4]) teilen sich die Cystolithe in ihrer Mitte in zwei Teile, so dass dadurch die Vermutung nahe gelegt wird, es seien Doppelcystolithe. Unter diesen versteht man jedoch Gebilde, welche bei gemeinsamem Stiel verschiedene Lithocysten besitzen, also in zwei benachbarten Zellen sich befinden. Doppelcystolithe habe ich bei den Ulmaceen nicht beobachten können. Eine Abweichung von der regulären Form bieten die Cystolithe von *Celtis paniculata* Pl. Hier sind sie an den Seitenwänden eingeschnürt, während sie an ihrem oberen und unteren Ende verdickt sind. Sehr reich an eigentümlicher Formbildung sind die Cystolithe von *Celtis pubescens* Kth. dadurch, dass lufterfüllte Räume in ihrem Inneren sich befinden, die entsprechend der Schichtung verlaufen. Ein gleiches Verhalten beobachtete ich bei *Celtis triflora* Ruiz et Pav. und *C. integrifolia* Lamk.

In den Haaren sind die Cystolithe meist birnenförmig und sitzen der weniger gekrümmten Seite des Haares an der Basis an. Bei *Trema micrantha* (Swartz) Engler und *Celtis brasiliensis* Pl., sowie *Parasponia parviflora* Miq. finden sich Cystolithe auf verschiedenen Seiten der Haarmembranen, eine Verbindung zwischen diesen bildend, und füllen dadurch zum Teil, mitunter sogar vollständig, das Lumen der Haare aus.

Interessant ist auch, dass bei *Chaetacme aristata* Pl. stets, bei einigen *Trema*species[5]) manchmal die Cystolithe sich in Schleimzellen befinden, und zwar sitzen sie in diesem Falle der oberen Zellwand an, welche nicht verschleimt.

---

1) *Celtis austral.* L., *C. Tournefort.* Lamk., *C. japon.* Pl., *C. caucas.* Willd., *C. tetrandra* Roxb.

2) *Celtis philipp.* Blanco., *C. Wightii* Pl., *C. strychnoid.* Pl., *C. boliv.* Pl., *C. acculeat.* (Swartz., *C. Tala* Gill.

3) *Celtis reticulata* Torr., *C. mississipiensis* Bosc., *C. Berlandieri* Kl., *C. glabrata* Pl., *C. Audibertiana* Spach., *C. crassifolia* Lamk.

4) *Celtis Krausiana* Bernh., *C. pubescens* Kth.

5) *Trema micrantha* (Swartz.) *Engler*, *Tr. aspera* (*Sponia aspera* Pl.), *Tr. orient.* (*Sp. orient.* Pl.), *Tr. commersonii* (*Sp. commerson* Decne.).

In systematischer Beziehung kommt den Cystolithen und Cystothylen insofern eine bedeutende Wichtigkeit zu, als Cystothyle bei sämtlichen Ulmaceengattungen vorkommen. Hingegen sind die Cystolithen nach ihrem Vorkommen überhaupt und nach ihrem Bau charakteristische Merkmale einzelner Gattungen.

Während man früher nur insoweit die Cystolithe systematisch verwendete, dass man sich begnügte, anzugeben, in welcher Gattung bezw. Species dieselben gefunden wurden oder fehlten, wurde schon von WEDELL[1]) und HOBEIN[2]) auf ihre ausgedehnte systematische Bedeutung hingewiesen, und MEZ[3]) hat in seinen »Morphologischen und anatomischen Studien über die Gruppe der *Cordieae*« die Einteilung derselben hauptsächlich auf die verschiedenen Typen cystolithischer Ablagerungen basiert.

MEZ unterscheidet drei Typen von Cystolithen und einige andere Gruppen, welche durch Combinationen derselben entstanden sind. Die Anlage der Ulmaceencystolithe ist in den meisten Fällen den von MEZ bei den Cordieen beschriebenen Verhältnissen gleich; auch bei den Ulmaceen ist es mir möglich, unter Zugrundelegung dieser Einteilung Gattungen und Gruppen zu trennen. Ich lehne mich daher bei der Beschreibung der Ulmaceencystolithe an die von MEZ aufgestellten Principien an.

I. Die erste Gruppe der Ulmaceencystolithe wird gebildet durch die unabhängigen Cystolithe, welche in einer Epidermiszelle sich befinden, ohne in irgend einem Zusammenhang mit Haaren zu stehen. Der Stiel dieser Cystolithe sitzt der Außenwand der Epidermiszelle an und schließt nach außen meist mit einer kleinen Spitze ab. Unter den unabhängigen Cystolithen finden wir die am meisten vollkommen ausgebildeten Exemplare und auch die größte Mannigfaltigkeit der Formbildung. Bei den Ulmaceen ist dieser Typus in der Gattung *Celtis* vertreten, mit Ausnahme der Untergattung *Momisia* und *Celtis jamaicensis* Pl., bei denen sich neben unabhängigen Cystolithen auch Haarcystolithe finden.

II. An die erste Form der Cystolithe schließen sich die Haarcystolithe an. Schon in der Gattung *Celtis* finden wir in der kleinen nach außen ragenden Spitze des Stiels eine Andeutung von Haarbildung. Beim zweiten Typus befindet sich der Cystolith stets in einem Haare. Die Verschiedenheit in der Ausbildung der Gestalt der Cystolithe ist in den Haaren nur eine geringe, da sie durch das in den meisten Fällen gleiche Lumen der Haare bedingt wird.

Ich könnte als Besonderheit nur rudimentäre Formen bei den verschiedensten Gattungen anführen, und die oben schon besprochenen Fälle von *Trema micrantha* (Swartz) Engler, *Celtis brasiliensis* Pl. und *Para-*

1) Annal. d. sciences nat. IV. sér. II.
2) ENGLER's botan. Jahrb. V. Heft 4. 1884. p. 438 ff.
3) ENGLER's botan. Jahrb. XII. Heft 5. 1890.

sponia parviflora Miq. Bei den Haarcystolithen der Ulmaceen kann ich auch die schon von Kohl[1]) gemachte Beobachtung bestätigen, dass oft ein deutlich zum Ausdruck gelangender Antagonismus zwischen der Tendenz der Trichom- und Cystolithbildung in der Weise besteht, dass je größer das Haar, desto kleiner der Cystolith zu sein pflegt und umgekehrt. Dieser Typus der Cystolithe findet sich bei den Ulmaceen in der Gattung *Trema* mit Ausnahme einiger Species, welche bei Besprechung des dritten Typus zu erwähnen sind, welche also gewissermaßen ebenso wie die Gruppe *Momisia*, ferner *Celtis jamaicensis* Pl. und *C. rigescens* Pl. den Übergang vom ersten zum zweiten Typus bildeten, hier als die vermittelnde Form zwischen dem zweiten und dritten Typus auftreten.

III. Den dritten Typus der Cystolithbildung nennt Mez »Kugelcystolithe«. Er beschreibt ihn wie folgt: »Der dritte Typus cystolithischer Kalkablagerung setzt den zweiten voraus. Der Verkalkungsprocess, welchen wir dort auf den Basalteil eines einzigen Haares beschränkt sehen, setzt sich auf eine größere oder kleinere Gruppe der umliegenden Epidermiszellen fort und es entstehen mit kohlensaurem Kalk inkrustierte Scheinschülferchen um ein central gelegenes Haar. Diese Verkalkung kann auf einen einfachen Zellkranz um das Trichom beschränkt bleiben, ja nicht einmal alle Zellen desselben braucht sie zu umfassen, sie kann sich aber auch über hunderte von Epidermiszellen, ja bei alten Blättern über die ganze Oberfläche erstrecken.

Solche in kleinerer oder größerer Epidermisfläche um cystolithführende Haare gruppierte Kalkablagerungen, ich will sie Kugelcystolithe nennen, zeichnen sich vor allem dadurch aus, dass die Epidermiszellen, in welchen sie liegen, keine besonders auffallende Veränderung, weder in ihrer Größe, noch in ihrer allgemeinen Gestalt erlitten haben.«

Ich gebe diese Beschreibung der Kugelcystolithe wortgetreu wieder, weil ich bei den Ulmaceen ähnliche Verhältnisse beobachtet habe. Während der centrale Haarcystolith stets normal ausgebildet ist, können wir die um ihn gelegenen Kalkablagerungen nur als Cystothylen bezeichnen. Sie zeigen meist eine kugelig gerundete, nie warzige oder auch nur gekörnte oder gelappte Oberfläche und besitzen niemals einen Stiel. Sie sitzen in den meisten Fällen radiär nach dem Centrum der gesamten Epidermisgruppe, also dem centralen Haare zu, demjenigen Winkel ihrer Lithocyste an, welcher durch die Außenwand und die dem jeweiligen Mittelpunkte zugekehrte Vertikalwand gebildet wird. Man kann sie jedoch auch nur an der Oberwand finden, aber dann niemals deren Mitte ansitzend, sondern stets dem centralen Haar zugewandt, andererseits auch nur an der nach dem Centrum zu gelegenen Vertikalwand. Es macht sich also auch in

1) l. c. p. 130.

diesem Falle stets die Abhängigkeit des Cystolithencomplexes vom Mittelpunkt desselben geltend.

Bei den Ulmaceen finden wir diesen Typus in der Gattung *Hemiptelea* und denjenigen *Trema*species, welche ich oben als Ausnahme von Haarcystolithen angeführt habe.

IV. Auch den vierten, von Mez aufgestellten Typus cystolithischer Kalkablagerung fand ich bei den Ulmaceen vertreten. Er charakterisiert sich hier ebenso wie bei den Cordieen. Theoretisch ist er von dem eben besprochenen nicht verschieden, nur ist er in systematischer Beziehung insofern wenig verwendbar, als sich Gruppen, Gattungen oder Species durch ihn nicht charakterisieren lassen. Er ist der am weitesten verbreitete und findet sich stets in Gemeinschaft mit irgend einer der vorigen Gruppen. Kleinere Cystolithe sitzen ohne Zusammenhang mit einem Haar oder mit einem wohlausgebildeten Cystolith in zwei- bis fünf-, selten mehrgliederiger Gruppe an den Ecken aneinandergrenzender Epidermiszellen. Der Kalkgehalt dieser Gebilde ist meist ein sehr geringer; in vielen Fällen kann man wohl behaupten, dass sie nur aus Kieselsäure bestehen.

Diesen Typus finden wir bei sämtlichen Gattungen der Ulmaceen, auch bei denjenigen, welche keine Cystolithe besitzen. Da sie nur in den seltensten Fällen allein, sondern meist in Gruppen vorkommen, stehen sie den Kugelcystolithen am nächsten. Sie sind gewissermaßen, weil sie allen Ulmaceengattungen gemeinsam, das Bindeglied zwischen diesen, und hierin liegt ihr systematischer Wert. Dass auch hier die Neigung vorwaltet, in ein gewisses Abhängigkeitsverhältnis von Haaren zu treten, habe ich des öfteren beobachtet; z. B. fand ich bei *Celtis reticulata* Torr. und *C. bolivinensis* Pl. Haare ohne Cystolithe, aber um diese herum Cystothylen.

V. Außer diesen selbständigen Formen der Cystolithbildung treten auch bei den Ulmaceen die verschiedensten Combinationen der einzelnen Typen auf.

A. Unabhängige und Haarcystolithe kommen regellos neben einander vor bei der *Celtis*gruppe *Momisia* und bei *Celtis jamaicensis* Pl., während wir bei *Chaetacme aristata* Pl. meist unabhängige Cystolithe finden, und zwar auf der Oberseite; auf der Unterseite dagegen vorwiegend Haarcystolithe. Während die meisten Species der Gruppe *Momisia* beiderseits Cystolithe besitzen, finden wir sie bei *Celtis dichotoma* Ruiz et Pav. und *C. biflora* Ruiz et Pav. nur auf der Oberseite.

B. Typus I und III sind sehr häufig gemeinsam zu finden bei der Gattung *Celtis*[1]), hier fehlt jedoch stets das centrale Haar, um welches die Kugelcystolithe gruppiert sind. Seine Stelle ersetzt in diesem Falle ein unabhängiger Cystolith.

1) *C. japon.* Pl., *C. reticul.* Torr., *C. crassifol.* Lamk., *C. Kraus.* Bernh., *C. Berland.* Lam., *C. Audibert.* Spach., *C. mississip.* Bosc., *C. glabrata* Pl., *C. cinnamom.* Lindl., *C. panicul.* Pl., *C. strychnoid.* Pl., *C. triflor.* Ruiz et Pav.

Auch bei dieser Combination können wir bei mehreren Species[1]) das vollständige Fehlen von cystolithischen Kalkablagerungen auf der Blattunterseite constatieren.

C. Eine eigentümliche Vereinigung der Typen I und IV bildet die Gattung *Holoptelea*.

Wie schon erwähnt, finden wir Typus IV, selbstverständlich mit Ausnahme derjenigen Gattungen, welche keine Cystolithe besitzen, stets in Gemeinschaft mit einem der anderen Typen, es wäre daher überflüssig, ein gemeinsames Auftreten von Typus I und IV zu erwähnen. Bei *Holoptelea* jedoch finden wir auf der Blattoberseite nur Cystothylen, auf der Blattunterseite dagegen unabhängige Cystolithe.

10. Blattstiel.

Von nicht zu unterschätzendar Wichtigkeit für die Systematik der Ulmaceen ist die Anatomie des Blattstiels derselben. Wenn wir auch durch diese nicht in die Lage versetzt werden, Species zu trennen und Gattungen scharf zu charakterisieren, so ist sie doch geeignet, mit anderen anatomischen Merkmalen die einzelnen Gattungen auseinander zu halten und Lücken, welche die Anatomie des Blattes immerhin in systematischer Beziehung aufweist, auszufüllen. Ganz besonders müssen wir die Anatomie des Blattstiels deshalb in den Bereich unserer Untersuchungen ziehen, da wir hier, wie schon bei Besprechung der oxalsauren Kalkeinschlüsse erwähnt wurde, gerade in Bezug auf das Auftreten der verschiedenen Formen derselben in Blatt und Blattstiel Unterschiede wahrnehmen können.

Zur Orientierung muss ich noch vorausschicken, dass die Form der Gefäßbündel im Blattstiel in den verschiedenen Zonen desselben Abweichungen zeigt. Die größte Differenz bieten die beiden Enden des Blattstiels. Es ist deshalb nötig, bei Besprechung der Form der Gefäßbündel anzugeben, in welcher Gegend des Blattstiels die Schnitte angefertigt sind. Für die vorliegende Arbeit beziehen sich die diesbezüglichen Angaben auf die Basis des Blattstiels, also auf die dem Zweig ansitzenden Teile desselben.

Das Grundgewebe des Blattstiels besteht, wie wohl in den meisten Fällen, aus collenchymatisch verdickten Zellen. Dasselbe ist reichlich durchsetzt mit Gerbsäureschläuchen, welche sich besonders zahlreich um die Gefäßbündel gruppieren.

Diejenigen Gattungen, welche im Blatt Schleim führen, besitzen auch im Grundgewebe des Blattstiels Schleimzellen. Sehr häufig finden wir um die Gefäßbündel herum Sklerenchymzellen, teils in Bündeln, teils einen geschlossenen Ring bildend.

---

1) *C. caucas.* Willd., *C. crassifol.* Lam., *C. Berland.* Lam., *C. Audibert.* Spach., *C. mississip.* Bosc., *C. glabrata* Pl.

Sklerenchym besitzen die Gattungen *Ulmus*, *Planera*, *Zelkova*, *Holoptelea*, *Phyllostylon*, *Gironniera* und *Aphananthe*, während es bei *Trema*, *Chaetacme* und *Hemiptelea* fehlt. Bei *Celtis* finden wir in den einzelnen Species Verschiedenheiten. Der Gruppe *Momisia* fehlt Sklerenchym, ebenso *Celtis occidentalis* L., *C. australis* L., *C. Krausiana* Bernh., *C. integrifolia* Lam. während es bei anderen Species[1]) vorkommt.

Die oxalsauren Kalkkrystalle, seien es nun Einzelkrystalle oder Drusen, sind stets größer im Blattstiel als im Blatt.

In bezug auf die Formbildung dieser Ablagerungen ergiebt sich folgendes Schema.

Einzelkrystalle besitzen:

Zelkova (übereinstimmend mit dem Blatt).

Drusen besitzen:

Trema, *Planera*, *Hemiptelea*, *Gieronniera* (bei beiden letzteren finden sich im Blatt Drusen und Einzelkrystalle).

Einzelkrystalle und Drusen besitzen:

Die Gattung *Celtis* mit Einschluss von *Momisia*, *Ulmus*, *Phyllostylon*, *Holoptelea*, *Chaetacme*, *Aphananthe* (im Blatt besitzt *Momisia* nur Einzelkrystalle, *Holoptelea* nur Drusen).

Das größte Interesse beansprucht die Gestalt des Gefäßbündels. Wir finden hier drei Typen vor.

Den ersten Typus vertreten die halbmondförmigen Gefäßbündel; dieses ist hier collateral, das Xylem über dem Phloëm liegend, von letzterem halbkreisförmig umschlossen. Dieser Typus ist vertreten in den Gattungen *Celtis*, *Trema*, *Zelkova*, *Holoptelea*, *Aphananthe*.

Der zweite Typus zeigt centrale Gefäßbündel, das Xylem vollständig vom Phloëm umschlossen. Das Gefäßbündel selbst ist kreisförmig geschlossen. Dieser Typus kommt bei den Gattungen *Ulmus*, *Planera*, *Phyllostylon*, *Hemiptelea*, *Chaetacme* vor.

Den dritten Typus repräsentiert die Gattung *Gironniera*. Während bei sämtlichen anderen Gattungen die einzelnen Gefäßbündel des Blattes im Blattstiel zu einem Gefäßbündel zusammen kommen, wird dieses bei *Gironniera* durch Parenchymelemente in drei Teile von verschiedener Mächtigkeit getrennt.

Wie schon oben erwähnt, beziehen sich diese Verhältnisse der Gefäßbündel nur auf die Basis des Blattstiels. In der Nähe des Blattes beginnt bereits die den Blattnerven entsprechende Teilung des Gefäßbündels; bei den Gattungen mit kreisförmig geschlossenem Gefäßbündel öffnet sich außerdem noch der Kreis und geht dadurch allmählich in die Halbmondform über.

---

1) *Celtis japon.* Pl., *C. caucas.* Willd., *C. Tournefortii* Lam., *C. crassifol.* Lam., *C. mississip.* Bosc., *C. Audibert.* Spach.

Fassen wir die Ergebnisse, welche wir bei Betrachtung der anatomischen Verhältnisse des Blattstiels der Ulmaceen erhalten haben, zusammen, so ergiebt sich folgende Zusammenstellung:

Gattung.	Gefäßbündel.	Sklerenchym.	Schleim.	Einzelkrystalle.	Drüsen.
Ulmus	rund	+	+	+	+
Holoptelea	halbmondförmig	+	—	+	+
Hemiptelea	rund	—	+	—	+
Zelkova	halbmondförmig	+	+	+	—
Planera	rund	+	+	—	+
Momisia	halbmondförmig	—	+	+	+
Euceltis	»	+	+	+	+
Sponioceltis	»	+	+	+	+
Solenostigma	»	+	+	+	+
Momisiopsis	»	—	+	+	+
Trema	»	—	+	—	+
Gironniera	getrennt	+	—	—	+
Aphananthe	halbmondförmig	+	—	+	+
Chaetacme	rund	—	+	+	+
Phyllostylon	geschlossen	+	+	+	+
Ampelocera	halbmondförmig	—	+	+	—

Anmerk.: + = vorhanden, — = fehlt.

II. Teil.

Versuch einer Systematik der Ulmaceen auf anatomischer Grundlage.

Nachdem ich im ersten Teil meiner Arbeit die anatomischen Verhältnisse der Ulmaceen geschildert habe, will ich jetzt versuchen, die gewonnenen Resultate systematisch zu verwerten.

Ich bin überzeugt, dass die anatomischen Merkmale für sich allein nicht genügen, eine den obwaltenden Verhältnissen voll und ganz entsprechende Einteilung der Ulmaceen aufzustellen, dass hingegen auch eine lediglich morphologische Gruppierung nicht imstande ist, ein klares Bild über die Systematik der Ulmaceen zu geben; dass wir vielmehr nur durch Vereinigung von Morphologie und Anatomie zu befriedigenden Resultaten gelangen können. Gerade der Umstand, dass man bis jetzt die anatomischen Verhältnisse der Ulmaceen bei ihrer Einteilung außer Acht gelassen hat, scheint mir ein Grund für gewisse Unklarheiten zu sein, die immer noch in der Einteilung dieser Familie herrschen und für die verschiedenen Auffassungen der einzelnen Autoren, welche sich mit der Systematik der Ulmaceen beschäftigt haben. Ich hoffe durch Darstellung der Anatomie der Ulmaceen etwas zur Klärung ihrer Systematik beitragen zu können.

Vor allem erscheint eine Trennung der Ulmaceen und Celtideen in zwei Familien, wie Endlicher es gethan hat, nicht gerechtfertigt, diese beiden Gruppen gehören sowohl morphologisch, als anatomisch, eng zusammen. Ob sie nun als zwei coordinirte Tribus der Urticaceen wie Bentham und

Hooker (Gen. plant.) es thun, aufzufassen seien, oder ob man sie zusammengefasst als Unterfamilien der Ulmaceen mit Planchon (in De Candolle's Prodromus) und Engler (Natürliche Pflanzenfamilien) betrachten will, lasse ich dahin gestellt sein; jedenfalls können wir sie nicht scharf in zwei Familien trennen. Die nahe Verwandtschaft der Unterfamilien beweist, dass es bei einigen Gattungen schwer ist, zu unterscheiden, ob sie zu den Ulmoideen oder Celtoideen gehören. Wenn wir auch Gattungen mit Cystolithen, andere ohne dieselben finden, so sind doch zwischen diesen immer noch die rudimentären Cystolithe, die Cystothylen, ein Bindeglied, welches allen Gattungen gemeinsam ist. Auch das Fehlen oder Vorhandensein von Schleim oder die verschiedenartige Ausbildung der Gefäßbündel im Blattstiel dürften eine derartige Trennung nicht rechtfertigen, zumal außer den Cystothylen die ziemlich gleichmäßige Form der Deckhaare und das Vorhandensein von typisch gleichgestalteten Drüsenhaaren auf eine nahe Verwandtschaft hinweisen. Anatomisch boten sich mehrere Merkmale zur Sonderung der beiden Unterfamilien, jedoch konnte ich mit keiner dieser Methoden zu vollbefriedigenden Resultaten gelangen. Nehmen wir als Grundlage zur Unterscheidung das Fehlen bezw. Vorhandensein von Cystolithen an, so müssen wir *Holoptelea* und *Hemiptelea* von den Ulmoideen trennen und zu den Celtoideen stellen, trotzdem sie morphologisch unbedingt zu den ersteren gehören. Stützen wir unsere Einteilung auf den Bau der Gefäßbündel im Blattstiele, so können wir die Schwierigkeit nicht heben, z. B. *Chaetacme* den Ulmoideen zuzurechnen, obgleich diese Gattung längere Zeit von *Celtis* nicht getrennt war. Anatomisch ist daher ein befriedigendes Resultat nicht möglich, und gerade in diesem Hinübergreifen der anatomischen Merkmale von der einen Unterfamilie zu der anderen dürften wir den treffendsten Beweis für ihre Zusammengehörigkeit besitzen. So muss natürlich der Anatomie zur Feststellung der Systematik die Morphologie zu Hülfe kommen, aber das System, welches auf morphologischer Grundlage aufgebaut werden kann, wird durch die anatomischen Untersuchungen modificiert. Ich habe auch versucht, die morphologische Umgrenzung der Gattungen nachzuweisen, konnte jedoch zu keinem Abschluss gelangen, da mir das nötige Material fehlte. Zu diesem Behufe hätte ich an Früchten die Samenanlagen untersuchen müssen. Es standen mir aber nur Herbarexemplare zur Verfügung, an denen ich entwickelungsgeschichtliche Untersuchungen nicht vornehmen konnte. Ich muss deshalb darauf verzichten, allgemein systematische Speculationen bei Behandlung der einzelnen Arten anzustellen und muss mich begnügen, die Grundzüge des Systems, welches der anatomische Befund allein angiebt zu erörtern.

Bevor ich zur Besprechung der Anatomie bei den einzelnen Gattungen übergehe, will ich noch eine Zusammenstellung der anatomischen Merkmale derselben in Form eines Schlüssels, wie sie den morphologischen

Verhältnissen noch am meisten zu entsprechen scheint, anführen, und werde die Anatomie der einzelnen Gattungen in der sich dadurch ergebenden Aufeinanderfolge darlegen.

Gattungsschlüssel.

A. Cystolithe und Ablagerungen von kohlensaurem Kalk auf den Haaren fehlen.
  I. In der Blattspreite Drusen und Einzelkrystalle . . . . . . *Ulmus* L.
  II. In der Blattspreite Drusen, Einzelkrystalle fehlen . . . . *Planera* Spach.
  III. In der Blattspreite Einzelkrystalle, Drusen fehlen . . . . *Zelkova* Spach.
B. Cystolithe oder Warzen von kohlensaurem Kalk auf den Haaren.
  I. Echte Cystolithe.
    1. Cystolithe nur in der Epidermis oder in den Haaren.
      a. Gefäßbündel des Blattstiels kreisförmig geschlossen.
        α. In der Blattspreite nur Drusen, Einzelkrystalle fehlen . . . . *Hemiptelea* Pl.
        β. In der Blattspreite Einzelkrystalle und Drusen.
          αα. Im Blattstiel fehlt Sklerenchym. . . . . *Phyllostylon* Gaudich.
          ββ. Im Blattstiel Sklerenchym vorhanden . . . . . *Chaetacme* Pl.
      b. Gefäßbündel des Blattstiels halbmondförmig.
        α. Im Blattstiel Drusen und Einzelkrystalle.
          αα. Schleim fehlt . . . . *Holoptelea* Pl.
          ββ. Schleim vorhanden . . . . *Celtis* L.
        β. Im Blattstiel nur Einzelkrystalle, Cystolithe unabhängig . . . . *Ampelocera* Kl.
        γ. Im Blattstiel nur Drusen, Haar- und Kugelcystolithe { *Trema* Loureiro. / *Parasponia* Miqu. }
    2. Cystolithe nur im Mesophyll . . . . *Celtidopsis* Priemer.
  II. Echte Cystolithe fehlen, Warzen auf Haaren.
    1. Schleim vorhanden, im Blattstiel nur Einzelkrystalle. . *Gironniera* Gaudich.
    2. Schleim fehlt, im Blattstiel Drusen und Einzelkrystalle *Aphananthe* Pl.

Die bei Anführung der untersuchten Species angewandten Abkürzungen bedeuten:

H. B. = Herbarium des »Königlichen botanischen Museums« zu Berlin.
H. V. = Herbarium des »Königlichen botanischen Gartens« zu Breslau.
H. M. = »Königliches Herbarium« zu München.
H. d. Sch. G. = »Herbarium der schlesischen Gesellschaft für vaterländische Kultur«.

Ulmus L.

Anatomisch bietet unter den Gattungen der Ulmaceen *Ulmus* insofern das geringste Interesse, als die anatomischen Verschiedenheiten der einzelnen Species nur sehr gering sind, dieselben sich daher anatomisch nicht trennen lassen. Der Gesamtcharakter der Gattung *Ulmus* spricht sich in dem Fehlen von Cystolithen aus, im Vorhandensein von Einzelkrystallen und Drusen, im regelmäßigen Auftreten von Schleim, in der runden Gestalt des Gefäßbündels im Blattstiel.

Auf einen Schlüssel der Arten der Gattung muss ich verzichten.

Anatomisch verhält sich *Ulmus* wie folgt:

Cuticula: normal, Cuticularleisten auf Blattunterseite bei *U. erosa*.
Epidermis der Blattoberseite: große, 15—30 Mikra lange, 10—20 Mikra breite, gradlinige Zellen.
Epidermis der Blattunterseite: kleinere, 8—16 Mikra lange, 7—12 Mikra breite Zellen mit undulierten Wänden.
Cystolithe: fehlen.
Cystothylen: vorhanden.
Deckhaare: einzellig, meist etwas gebogen, Membranen verkieselt.
Drüsenhaare: mehrzellig, einreihig, mit angeschwollenem Kopf.
Schleimzellen: in der Epidermis der Blattoberseite, -unterseite und im Blattstiel.
Palissadengewebe: dicht, einschichtig, bei *U. tetrandra* Roxb., *U. pumila* L., *U. Hookeri* Pl., *U. fulv.* Michx., *U. parvifol.* Jacqu., *U. americ.* Willd., sonst ein- und zweischichtig.
Schwammgewebe: locker.
Einzelkrystalle: im Mesophyll und in den Blattnerven.
Drusen: meist im Mesophyll.
Leitbündel: mit durchgehender Scheide, mit Sklerenchym, Scheidenparenchym fehlt.
Blattstiel: Gefäßbündel rund, Einzelkrystalle, Drusen, Sklerenchym, Schleim.

Nach Planchon (l. c.) besteht die Gattung aus 18 Species, von denen ich die nachstehenden 12 untersuchte:

U. pedunculata Foug. — H. V. Kat. 72. n. 48. 49. 51. 52. 53. 56. 57. 61. 64.
U. montana Wither. — H. V. Kat. 72. n. 15. 16. 17. 18. 19. 150.
U. crassifolia Nutt. — H. B. J. *Reverchon soil, near Dellas*, Texas. — H. V. Kat. 72. n. 67. 68.
U. parvifolia Jacqu. — H. M. Burger, Japonia ex Herb. Zuccar. — H. M. Nagasci Japan.
U. campestris L. — H. V. Kat. 72. n. 83. 85. 86. 100. 101. 102. 103. 111. 113. 158.
U. fulva Michx. — H. V. Kat. 72. n. 136. 137.
U. viciosa Desf. — H. V. Kat. 72. n. 138.
U. tetrandra Schkr. — H. V. Kat. 72. n. 139.
U. americana Willd. — H. V. Kat. 72. n. 72. 73. 156.
U. serulata Kotschy. — H. V. Kat. 72. n. 140.
U. pumila L. — H. M. Sibiria ex Herb. Zuccar.
U. mexicana Pl. — H. V. Kat. 72. n. 74.

Planera Spach.

Über die Zugehörigkeit der Gattung *Planera* zu den Ulmoideen bestand seit Endlicher kein Zweifel. Anatomisch muss *Planera* den Ulmoideen zugerechnet werden, denn es fehlen ihr Cystolithe, die Gefäßbündel des Blattstiels sind denen von *Ulmus* vollkommen gleich gebaut. Von *Ulmus* unterscheidet sie sich durch das Fehlen von Einzelkrystallen.

Anatomisch verhält sich *Planera* wie folgt:

Cuticula: normal.
Epidermis der Blattoberseite: große, geradlinige Zellen, auf der Flächenansicht 15 bis 30 Micra lang und 10 bis 20 Micra breit.
Epidermis der Blattunterseite: kleinere, geradlinige Zellen, auf der Flächenansicht 8 bis 15 Micra lang, 7 bis 12 Micra breit.
Cystolithe: fehlen.
Cystothylen: vorhanden.
Deckhaare: einzellig, meist etwas gebogen, Membranen verkieselt.

Drüsenhaare: mehrzellig, einreihig, mit angeschwollenem Kopf, Schleimzellen in der Epidermis.
Palissadengewebe: einschichtig.
Schwammgewebe: locker.
Einzelkrystalle; fehlen.
Drusen: vorhanden.
Leitbündel: mit durchgehender Scheide, Sklerenchym um dasselbe, Scheidenparenchym fehlt.
Blattstiel: Gefäßbündel geschlossen; Sklerenchym; Schleim; Einzelkrystalle fehlen; Drusen vorhanden.
Planera aquatica Gmelin. — H. B. leg. A. H. CURTISS. n. 2541. Shore. of Apalachiocola River, Florida. — H. V. Kat. 72. n. 173.

Zelkova Spach.

Die Gattung *Zelkova* gehört nach ihren anatomischen Merkmalen unzweifelhaft zu den Ulmoideen. Das Fehlen von Cystolithen, das geschlossene Gefäßbündel im Blattstiel, das Vorhandensein von Schleim u. s. w. sind Merkmale, die auf eine nahe Zusammengehörigkeit von *Zelkova* und *Ulmus* hindeuten. Von *Ulmus* und *Planera* unterscheidet sie sich hauptsächlich durch das Fehlen von Drusen. PLANCHON (l. c.) stellt *Zelkova* zu den Ulmeen, BENTHAM und HOOKER (l. c.) und ENGLER (l. c.) weisen sie jedoch den Celtoideen zu. Die einzelnen Species bieten, wenn auch nicht große, so doch genügende anatomische Verschiedenheiten, welche es ermöglichen, dieselben in Form eines Schlüssels zu trennen.

A. Palissadengewebe einschichtig.
  I. Epidermiszellen der Blattoberseite von der Fläche gesehen, mit undulierten Wänden . . . . *Z. crenata* Spach.
  II. Mit geraden Zellwänden . . . . *Z. accuminata* Pl.
B. Palissadengewebe in demselben Blatt ein- und zweischichtig *Z. cretica* Spach.

Anatomisch verhält sich *Zelkova* wie folgt:

Cuticula: normal.
Epidermis der Blattoberseite: große Zellen mit geradlinigen Wänden; dieselben unduliert bei *Zelkova crenata* Spach.
Epidermis der Blattunterseite: kleinere Zellen mit undulierten Wänden.
Cystolithe: fehlen.
Cystothylen: vorhanden.
Deckhaare: wie bei *Ulmus*.
Drüsenhaare: wie bei *Ulmus*.
Schleimzellen: in der Epidermis.
Palissadengewebe: einschichtig, dicht; locker bei *Z. accuminata* Pl., *C. crenata* Spach.
Schwammgewebe: locker.
Einzelkrystalle: vorhanden.
Drusen: fehlen.
Leitbündel: mit durchgehender Scheide, Sklerenchym unter demselben; Scheidenparenchym fehlt.
Blattstiel: Gefäßbündel geschlossen, Sklerenchym, Schleim, Einzelkrystalle vorhanden, Drusen fehlen.

Die Gattung besteht aus drei Species, die mir sämtlich zur Untersuchung vorlagen:

Z. crenata Spach. — H. B. Cult. in Tiflis. — H. V. Kat. 72. n. 268, 273, 274, 275.
Z. accuminata Pl. — H. B. Maximovicz, Japan, Yokohama. — H. B. E. Faber, Ningpo, China.
Z. cretica Spach. — H. B. Amalos. — H. V. Kat. 72. n. 279.

Hemiptelea Pl.

Hemiptelea wird von Planchon als besondere Gattung unter den Ulmoideen aufgeführt, während Bentham und Hooker sie mit *Zelkova* vereinigen. Anatomisch ist *Hemiptelea* von *Zelkova* durchaus verschieden. Sie besitzt Cystolithe; im Blattgewebe fehlen die Einzelkrystalle, ebenso im Blattstiel; sie kann daher unmöglich als Species der Gattung *Zelkova* gelten. Da das Gefäßbündel des Blattstiels geschlossen ist und *Hemiptelea* im Blattgewebe und Stiel nur Drusen besitzt, lässt sie sich auch nicht einer Cystolithe führenden Gattung anatomisch als Species unterordnen; wir müssen sie daher als besondere Gattung ansehen. Morphologisch steht sie wahrscheinlich *Zelkova*, bezw. den Ulmoideen, wie die Betrachtung der Frucht ergiebt, sehr nahe. Zur besseren Orientierung der anatomischen Verhältnisse lasse ich eine kurze Darstellung folgen.

Cuticula: normal.
Epidermis der Blattunterseite: Zellen groß, mit geradlinigen Wänden, auf dem Querschnitt ungefähr 15 bis 20 Micra lang und breit.
Epidermis der Blattunterseite: Zellen groß, auf dem Querschnitt ungefähr 20 Micra lang und breit.
Cystolithe: Kugelcystolithe.
Cystothylen: vorhanden.
Deckhaare: wie bei *Ulmus*.
Drüsenhaare: wie bei *Ulmus*.
Schleimzellen: in der Epidermis.
Palissadengewebe: dicht, Zellen kurz und breit, zwei- oder dreischichtig.
Schwammgewebe: locker.
Einzelkrystalle: fehlen.
Drusen: vorhanden.
Leitbündel: mit durchgehender Scheide, ohne Sklerenchym, mit Scheidenparenchym.
Blattstiel: Gefäßbündel geschlossen, Sklerenchym, Schleim; Einzelkrystalle fehlen, Drusen vorhanden.

Die Gattung besteht aus einer Species, von welcher ich das nachstehende Exemplar untersuchte:

H. Davideana Pl. — H. B. Dr. Bretschneider, Fl. Peckinensis. — H. V. Kat. 72. n. 280.

Phyllostylon Gaudich.

Die Gattung *Phyllostylon* steht nach ihren anatomischen Merkmalen bei den Celtoideen, während sie von Bentham und Hooker (l. c.) und Engler (l. c.) zu den Ulmoideen gerechnet wird. Für die Zugehörigkeit zu *Celtis* spricht das Vorhandensein von Cystolithen, während der Bau des Gefäßbündels im

Blattstiel auf eine Verwandtschaft mit *Ulmus* hinweist. Morphologisch steht sie *Ulmus* wahrscheinlich nahe. Die Gattung charakterisiert sich anatomisch durch das Vorhandensein von unabhängigen und Haarcystolithen, durch das geschlossene Gefäßbündel des Blattstiels und durch das Vorkommen beiderlei Formen des oxalsauren Kalks im Blattgewebe.

Cuticula: normal.

Epidermis der Blattoberseite: kleinzellig, Zellen 7 bis 10 Micra lang und breit.

Epidermis der Blattunterseite: Zellen 4 bis 7 Micra lang und breit.

Cystolithe: unabhängig und Haarcystolithe, zahlreicher auf der Blattoberseite bei *Phyllostylon rhamnoides* Taubert, zahlreicher auf der Unterseite bei *Ph. brasiliense* Capan.

Cystothylen: vorhanden.

Deckhaare: wie bei *Ulmus*.

Drüsenhaare: wie bei *Ulmus*.

Schleimzellen: in der Epidermis und im Mesophyll.

Palissadengewebe: einschichtig bei *Ph. brasiliense* Capan.; ein- und zweischichtig bei *Ph. rhamnoides* Taubert.

Schwammgewebe: dicht, die Zellen kugelförmig bei *Ph. brasiliense* Capan.; dem Palissadengewebe ähnlich bei *Ph. rhamnoides* Taubert.

Einzelkrystalle: vorhanden.

Drusen: vorhanden.

Leitbündel: ohne Sklerenchym, mit Scheidenparenchym, mit durchgehender Scheide bei *Ph. rhamnoides* Taubert; ohne durchgehende Scheide bei *Ph. brasiliense* Capan.

Blattstiel: Gefäßbündel geschlossen, Sklerenchym, Schleim, Einzelkrystalle, Drusen.

Die Gattung besteht aus zwei Species, welche ich beide in nachstehenden Exemplaren untersuchte.

Ph. brasiliense Capan. — H. B. A. Glaziou n. 16353. — *Ph. rhamnoides* Taubert. — H. B. Balansa n. 2054. Paraguay, Prov. Assumption.

Chaetacme Pl.

Die Zugehörigkeit der Gattung *Chaetacme* zu den Celtoideen lässt sich aus dem Vorhandensein von Cystolithen schließen, die Ausbildung des Gefäßbündels im Blattstiel könnte vielleicht eine nähere Verwandtschaft zu *Ulmus* vermuten lassen; da jedoch *Chaetacme* auch morphologisch zu *Celtis* hinneigt, dürfte diese Eigentümlichkeit nicht von solcher Bedeutung sein, dass wir die bis jetzt eingenommene Stellung im System bezweifeln könnten. Die Gattung *Chaetacme* ist anatomisch charakterisiert durch das Vorkommen von pilzförmigen Cystolithen, welche sich meist in Schleimzellen befinden, und durch den Bau des Gefäßbündels im Blattstiel.

Meine Untersuchung ergab nachstehendes Resultat:

Cuticula: normal.

Epidermis der Blattoberseite: Zellen groß, mit geradlinigen Wänden, auf dem Querschnitt 15 bis 20 Micra lang und breit.

Epidermis der Blattunterseite: Zellen kleiner, mit undulierten Wänden, auf dem Querschnitt 5 bis 8 Micra lang und breit.

Cystolithe: unabhängig, pilzförmig, meist in Schleimzellen, nur auf der Blattoberseite.

Cystothylen: vorhanden.

)eckhaare: wie bei *Ulmus.*
)rüsenhaare: wie bei *Ulmus.*
ichleimzellen: in der Epidermis.
'alissadengewebe: ein- und mehrschichtig.
ichwammgewebe: dicht.
iinzelkrystalle: vorhanden.
)rusen: vorhanden.
.eitbündel: ohne durchgehende Scheide, mit Sklerenchym, mit Scheidenparenchym.
3lattstiel: Gefäßbündel geschlossen, ohne Sklerenchym; Schleim, Einzelkrystalle, Drusen.

Ich untersuchte:

:h. aristata Pl. — H. d. Sch. G. Drége, Flor. afric. — (*Celtis appendiculata* E. M.)

Holoptelea Pl.

Die Gattung *Holoptelea* neigt anatomisch ganz zu den Celtoideen hin. ;ie besitzt Cystolithe; das Gefäßbündel des Blattstiels ist halbmondförmig; iberhaupt deutet der Gesamteindruck des Blattquerschnittes auf Vervandtschaft zu *Celtis.* Morphologisch hingegen gehört sie unstreitig zu den Jlmoideen, mit welchen sie bis jetzt stets gemeinsam aufgeführt wurde. ınatomisch ist *Holoptelea* noch insofern interessant, als in bezug auf die ıineralischen Ablagerungen ein Unterschied zwischen Blattoberseite und unterseite besteht, und zwar in der Art, dass die Blattoberseite nur Cystohylen, die Unterseite Cystolithe besitzt. Durch diese Eigentümlichkeit nterscheidet sie sich wesentlich von den übrigen Ulmaceen.

uticula: normal.
pidermis der Blattoberseite: zweischichtig.
pidermis der Blattunterseite: normal.
ystolithe: unabhängig, nur auf der Blattunterseite.
ystothylen: auf der Oberseite weit verbreitet.
eckhaare: wie bei *Ulmus.*
rüsenhaare: wie bei *Ulmus.*
chleimzellen: fehlen.
alissadengewebe: zwei- und dreischichtig.
chwammgewebe: dicht.
inzelkrystalle: fehlen.
rusen: vorhanden.
eitbündel: ohne durchgehende Scheide, Sklerenchym beiderseits, Scheidenparenchym.
attstiel: Gefäßbündel halbmondförmig, Sklerenchym, Schleim fehlt; Einzelkrystalle, Drusen.

Die Gattung besteht nur aus einer Species, diese wiederum aus drei ubspecies. Ich untersuchte mehrere Exemplare aus dem Königl. Münchener nd Königl. Berliner Herbarium, die den Subspecies *α leiocarpa* und γ *zeynica* angehörten, fand jedoch keinerlei anatomische Unterschiede zwischen iesen.

. *integrifolia* Pl. — H. B. Herb. ind. or. Hook. f. et Thoms. n. 441. — H. V. Kat. 72. n. 171. 172.

Celtis L.

Die Gattung *Celtis* ist die artenreichste und die am meisten verbreitete; infolgedessen bietet sie in ihren Arten die größten anatomischen Verschiedenheiten. Diese sind jedoch niemals derartig, dass dadurch die Zusammengehörigkeit der einzelnen Species zu einer Gattung, abgesehen von den Arten der Untergattung *Momisia* in Frage gestellt werden könnte. Gemeinsam sind sämtlichen Species: Cystolithe, die Form des Gefäßbündels im Blattstiel, Schleimzellen; (nur bei *Celtis strychnoides* Pl. konnte ich Schleim nicht nachweisen) doch bieten die verschiedenen Formenkreise der Cystolithe, die Gestalt der Drüsenhaare, die Ein- oder Zweischichtigkeit der Epidermis immerhin noch eine genügende Anzahl von Combinationen, die es uns ermöglichen, nicht nur Gruppen zusammenzufassen, sondern sogar die meisten Species zu charakterisieren.

Planchon (l. c.) teilt die Gattung *Celtis* in vier Untergattungen ein: *Euceltis* Pl., *Sponioceltis* Pl., *Solenostigma* Pl. und *Momisia* (Dumort.) Pl., letztere wiederum in zwei Abteilungen *Eumomisia* Pl. und *Momisiopsis*. Anatomisch lassen sich ebenfalls diese vier Untergattungen unterscheiden. *Momisiopsis*, mit seiner einzigen Species *Celtis integrifolia* Lamk. dürfte jedoch eher *Solenostigma* zuzuzählen sein, als *Momisia*. Sie bildet eine Übergangsform von *Solenostigma*, oder richtiger gesagt, von den drei ersten Untergattungen zu *Momisia*. Während die ersten drei Untergattungen Einzelkrystalle und Drusen besitzen, und ihre Cystolithe, abgesehen natürlich von einer kleinen spitzen Erhebung der Außenwand der Epidermiszellen, niemals in Zusammenhang mit Haaren stehen, finden wir bei *Momisia* im Blattgewebe nur Drusen und neben unabhängigen Cystolithen auch Haarcystolithe.

Als Mittelform zwischen diesen beiden scharf getrennten Gruppen steht *Celtis integrifolia* Lamk. Sie besitzt zwar Haarcystolithe, jedoch könnte man diese Ausstülpungen der Epidermis, von welchen die Cystolithe in die Epidermis hinabreichen, eher als etwas verlängerte Spitzen der drei ersten Untergattungen ansehen, denn es fehlt diesen Haaren stets das Lumen, sodann kann man nur vereinzelt und auch nur sehr kleine Einzelkrystalle in ihren Blattnerven finden. Bentham und Hooker (l. c.) stellen *Celtis integrifolia* Lamk. ebenfalls zu *Solenostigma*.

Die ersten drei Untergattungen unterscheiden sich anatomisch dadurch, das *Euceltis* Leitbündel mit durchgehender Scheide, *Sponioceltis* und *Solenostigma* hingegen ohne durchgehende Scheide besitzen. Den Leitbündeln von *Sponioceltis* fehlt sowohl Sklerenchym wie Scheidenparenchym, während die Leitbündel von *Solenostigma* stets von Sklerenchym begleitet sind. *Celtis integrifolia* Lamk. hat ebenfalls Leitbündel ohne durchgehende Scheide, besitzt hingegen Scheidenparenchym, Sklerenchym fehlt.

In der Untergattung *Euceltis* heben sich mehrere Abteilungen hervor, deren Species nicht nur anatomisch auf eine Zusammengehörigkeit hin-

weisen, sondern auch geographisch als einander nahestehend anzusehen sind. So können wir die nordamerikanischen Species an der Form der Drüsenhaare erkennen, der Kopf derselben schließt mit einer aus vier Zellen bestehenden Zelllage ab[1]), während bei den übrigen Celtideen sie in nur einer Zelle enden; außerdem ist ihr Schwammgewebe sehr dem Palissadengewebe ähnlich gestaltet und die Epidermis der Blattunterseite papillös vorgezogen. Neben unabhängigen Cystolithen besitzen sie auch Kugelcystolithe, letztere meist nur auf der Blattoberseite. Die letztgenannten drei Eigenschaften haben sie jedoch noch mit anderen Species gemein.

Eine zweite Unterabteilung bilden einige Species[2]), welche ihre Heimat in Kleinasien, den griechischen Inseln und Japan haben. Sie charakterisieren sich als Unterabteilung dadurch, dass sie wie alle zu *Euceltis* gehörenden Species Leitbündel mit durchgehender Scheide besitzen und zwar mit Sklerenchym ohne Scheidenparenchym. Von den nordamerikanischen Species unterscheiden sie sich dadurch, dass ihre Drüsenhaare nur mit einer Zelle abschließen, von den übrigen zu *Euceltis* gehörenden Species dadurch, dass sie stets nur einschichtige Epidermiszellen besitzen und dass ihnen von den Gefäßbündeln unabhängige Sklerenchymelemente fehlen.

Dieser zweiten Unterabteilung steht sowohl anatomisch wie geographisch *Celtis tetrandra* Roxb., sehr nahe; ihre Leitbündel sind vollkommen denen der zweiten Unterabteilung gleich ausgebildet; sie besitzt ebenfalls einschichtige Epidermis, jedoch unabhängige Sklerenchymelemente im Mesophyll.

Eine Sonderstellung unter *Euceltis* nimmt *Celtis Krausiana* Bernh. ein. Sie ist die einzige Species dieser Untergattung, welche zweischichtige Epidermis besitzt. In der gesamten Gattung *Celtis* steht sie insofern isoliert da, als sich bei ihr mitunter auch zweizellige Deckhaare finden. Diese Sonderstellung den übrigen *Euceltis*-Species gegenüber wird wahrscheinlich dadurch bedingt, dass sie allein in Afrika heimisch ist.

Planchon (l. c.) führt unter *Euceltis* auch *Celtis jamaicensis* Pl. auf. Mir stand zur Untersuchung nur ein Exemplar aus dem Königl. Herbarium zu Berlin zur Verfügung, das folgende Bezeichnung trägt: »*Celtis Limae*, Jamaica, Balbis misit 1822«. Mit anderer Handschrift ist die Benennung »*Celtis jamaicensis* Pl.« vermerkt. Ob dieses Exemplar richtig als *Celtis jamaicensis* bestimmt ist, kann ich nicht entscheiden, da mir ein authentisches zum Vergleich fehlte; es stimmt insofern nicht in der Beschreibung Planchon's überein, als die Blätter sowohl auf ihrer Ober- wie Unterseite reich behaart sind, während sie bei *Celtis jamaicensis* Pl. kahl sein sollen. Die Bezeichnung *Celtis Limae* ist jedenfalls nicht richtig, da *Celtis Limae* synonym ist

1) *Celtis occidentalis* L., *C. mississipinensis* Boxb., *C. Berlandieri* Kl., *C. reticulata* Torr., *C. crassifolia* Lamk., *C. Andibertiana* Spach.

2) *Celtis glabrata* Pl., *C. caucasiana* Willd., *C. Tournefortii* Lamk., *C. japonica* Pl.

mit *Trema micrantha* (Swartz) Engler (*Sponia micrantha* Decne.); eine *Trema* kann dieses Exemplar anatomisch sowohl, wie morphologisch nicht sein, eine *Celtis* ist es wahrscheinlich. Die Anatomie des Blattes weist auf Zugegehörigkeit zu *Momisia* hin, was um so erklärlicher ist, als das Exemplar aus Jamaica stammt und *Momisia* ihr Verbreitungsgebiet im tropischen und subtropischen Amerika hat. Ich muss es jedoch dahingestellt sein lassen, welcher Species das fragliche Exemplar angehört und füge nur eine kurze Beschreibung der anatomischen Verhältnisse an.

Cuticula: normal.
Epidermis der Blattoberseite: einschichtig.
Epidermis der Blattunterseite: normal.
Cystolithe: unabhängig und Haarcystolithe.
Cystothylen: vorhanden.
Deckhaare: wie Ulmus.
Drüsenhaare: aus einer Zellreihe bestehend, mit nur schwach angeschwollenem Kopf.
Schleimzellen: im Mesophyll.
Palissadengewebe: ein- und zweischichtig.
Schwammgewebe: dicht.
Einzelkrystalle: fehlen.
Drusen: vorhanden.
Leitbündel: mit durchgehender Scheide; ohne Sklerenchym, mit Scheidenparenchym.
Blattstiel: Gefäßbündel halbmondförmig, ohne Sklerenchym, mit Schleim; Einzelkrystalle, Drusen.

Die Untergattungen *Sponioceltis*, *Solenostigma* und *Momisia* bieten nicht derartige anatomisch und geographisch übereinstimmende Gruppen, jedoch lassen sich auch hier die einzelnen Species, wie dies der nachstehende Schlüssel zeigt, anatomisch bestimmen.

Celtis rigescens Pl. dürfte anatomisch zwischen *Sponioceltis* und *Solenostigma* stehen, ein Platz, auf welchen sie auch Planchon stellt. Sie besitzt Leitbündel ohne durchgehende Scheide, ohne Sklerenchym, mit Scheidenparenchym, steht daher nach dem anatomischen Schlüssel neben *Celtis integrifolia* Lamk.

Die im Berliner Herbarium befindlichen Exemplare der *C. Cajutacei*, von Wichura auf Java gesammelt, stimmen vollkommen mit der von Zollinger auf Java gesammelten *Celtis cinnamomea* Lindl. überein und dürften auch morphologisch kaum von dieser verschieden sein.

Celtis eriantha E. Mey. aus dem Herbarium der Schlesischen Gesellschaft, gesammelt von Drége in Afrika, steht anatomisch der Untergattung *Momisia* sehr nahe, da sie im Blattgewebe ebenfalls nur Drusen besitzt. Jedoch kommen bei ihr nur unabhängige Cystolithe vor. Aus diesem Grunde kann sie daher nicht zur Untergattung *Momisia* gerechnet, sondern muss als Übergangsform angesehen werden. Die afrikanischen *Celtis*species nehmen anatomisch meist eine gesonderte Stellung den übrigen Species gegenüber ein, z. B. *Celtis Krausiana* Bernh. in der Untergattung *Euceltis*, *Celtis integrifolia* Lamk. in *Solenostigma*, endlich auch *Celtis eriantha* E. M. in *Momisia*. Ana-

tomisch lassen sich diese drei Species kaum in einer Untergattung vereinigen, da *Celtis eriantha* E. Mey. nur Drusen und unabhängige Cystolithe besitzt, *Celtis Krausiana* Bernh. und *Celtis integrifolia* Lamk. sowohl Drusen wie Einzelkrystalle. *Celtis Krausiana* Bernh. und *Celtis eriantha* E. Mey. stimmen darin überein, dass sie unabhängige, bez. neben diesen Kugelcystolithe, niemals dagegen Haarcystolithe besitzen. Zwei dieser drei Species ließen sich daher wohl zusammenfassen, eine Vereinigung aller drei jedoch erscheint nicht möglich.

Im Prodromus beschreibt PLANCHON *Celtis eriantha* E. Mey. nicht, jedoch findet sie sich in seiner ersten Bearbeitung der Ulmaceen in den »Annales des sciences naturelles (XIII. série tome X.) unter demselben Namen in der Untergattung *Euceltis* aufgeführt unter Hinweis auf das von mir untersuchte Exemplar. Morphologisch ist es insofern nicht *Momisia* zuzurechnen, als ihm achselständige Dornen fehlen und seine Narben nicht zweispaltig sind. Anatomisch verhält es sich in folgender Weise:

Cuticula: normal.
Epidermis der Blattoberseite: zweischichtig.
Epidermis der Blattunterseite: normal.
Cystolithe: unabhängig.
Cystothylen: vorhanden.
Deckhaare: wie *Celtis*.
Drüsenhaare: einzelreihig, mit schwach angeschwollenem Kopf.
Schleimzellen: in der Epidermis.
Palissadengewebe: zweischichtig.
Schwammgewebe: dicht.
Einzelkrystalle: fehlen.
Drusen: vorhanden.
Leitbündel: mit durchgehender Scheide, ohne Sklerenchym, mit Scheidenparenchym.
Blattstiel: Gefäßbündel halbmondförmig, ohne Sklerenchym, mit Schleim; Einzelkrystalle und Drusen.

Sämtliche übrigen Arten von *Celtis* gehören ihrem anatomischen Verhalten nach, den ihnen von PLANCHON zugewiesenen Untergattungen an.

Die gesamte Gattung *Celtis* verhält sich anatomisch in folgender Weise:

Cuticula: normal:
Cuticularleisten auf Blattoberseite: *Celtis australis* L., *C. occidentalis* L., *C. Tournefortii* Lamk., C. *cinnamomea* Lindl., *C. tetrandra* Roxb., *C. glabrata* Pl., *C. caucasica* Willd., *C. Audibertiana* Spach., *C. reticulata* Torr., *C. mississipinensis* Brosc., *C. Berliandieri* Kl., *C. crassifolia* Lamk.

Epidermis der Blattoberseite:
von der Fläche gesehen: Seitenwände wellig; bei *Celtis Wightii* Pl.;
auf dem Querschnitt Seitenwände wellig: *C. integrifolia* Lamk., *C. brasil.* Pl., *C. Tala* Gill., *C. membran.* Pl., *C. dichotom.* Ruiz et Pav., *C. erianth.* E. M., *C. tetrandra* Roxb.;
zweischichtig: *C. Krausiana* Bernh., *C. latifolia* Pl., *C philippin.* Bl., *C. strychnoides* Pl., *C. erianth.* E. M.;

Epidermis der Blattunterseite:

von der Fläche betrachtet: Zellen kleiner als auf der Blattoberseite, Wände geradlinig: *C. integrifolia* Lamk., *C. rigescens* Pl., *C. mauritian.* Pl., *C. trinerv.* Pl., *C. Tala* Gill.;

Zellen ebenso groß wie auf der Blattoberseite, Zellwände geradlinig: *C. latifolia* Pl., *C. brevinerv.* Pl., *C. cinnamom.* Lindl., *C. panicul.* Pl., *C. philipp. Bl.*, *C. brasil.* Pl.;

Epidermiszellen papillös: *C. cinnamom.* Lindl., *C. tetrandra* Roxb., *C. glabrata* Pl., *C. caucasica* Willd., *C. australis* L., *C. Tournefort.* Tamk., *C. Audibert.* Spach., *C. reticul.* Torr., *C. mississip.* Boc., *C. Berland.* Kl., *C. crassifol.* Lamk.

Spaltöffnungen:

auch auf der Blattoberseite: *C. philipp.* Bl., *C. strychnoid.* Pl., *C. brasil.* Pl., *C. acculeat.* Swartz., *C. Tala* Gill.;

mit Verdickungen: *C. crassifol.* Lamk.

Cystolithe:

auf beiden Seiten des Blattes: *C. austral.* L., *C. occidentalis* L., *C. caucas.* Willd., *C. japon.* Pl., *C. Kraus.* Bernh., *C. crassifol.* Lamk., *C. jamaicensis* Pl., *C. reticul.* Torr., *C. tetrandra* Roxb., *C. trinerv.* Pl., *C. cinnamom.* Lindl., *C. pannicul.* Pl., *C. brevinerv.* Pl., *C. philipp.* Bl., *C. Wight.* Pl., *C. mauritian.* Pl., *C. strychn.* Pl., *C. latifol.* Pl., *C. angustifol.*, Pl., *C. pubescens* Kth., *C. triflor.* Ruiz et Pav., *C. brasiliens.* Pl., *C. membranac.* Pl., *C. Tala* Gill., *C. boliv.* Pl., *C. integrifolia* Lamk.;

nur auf der Oberseite des Blattes: *C. crassifol.* Lamk., *C. dichotom.* Ruiz et Pav., *C. glabrata* Pl., *C. mississip.* Bosc., *C. reticul.* Torr., *C. Audibert.* Spach., *C. Berland.* Kl., *C. Tournef.* Lamk.;

rund: *C. reticul.* Torr., *C. mississip.* Bosc., *C. Berland.* Kl., *C. glabrata* Pl., *C. Audibertiana* Spach., *C. crassifol.* Lamk.;

traubenförmig: *C. austral. L.*, *C. occident.* L., *C. Tournefort.* Lamk., *C. japon.* Pl., *C. caucas.* Willd., *C, tetrandra* Roxb.;

cylindrisch: *C. philipp.* Blanco., *C. Wight.* Pl., *C. strychnoid.* Pl., *C. boliv.* Pl., *C acculeat.* Swartz., *C. Tala* Gill.;

unabhängig: *C. occident.* L., *C. erianth.* E. M., *C. trinerv.* Pl., *C. mauritian.* Pl., *C. latifolia* Pl., *C. austral.* L., *C. brevinerv.* Pl.;

unabhängig und Haarcystolithe: *C. integrifolia* Lamk., *C. dichotom.* Ruiz et Pav., *C. Tala* Gill., *C. membranac.* Pl., *C. brasil.* Pl., *C. pubescens* Kth., *C. acculeat.* Swartz.;

Kugelcystolithe: *C. Kraus.* Bernh.;

unabhängig und Kugelcystolithe: *C. Tournefort.* Lamk., *C. tetrandra* Roxb., *C. strychnoid.* Pl., *C. panicul.* Pl., *C. cinnamom.* Lindl., *C. Audibert.* Spach., *C. glabrata* Pl., *C. japon.* Pl., *C. caucasica* Willd., *C. reticul.* Torr., *C. crassifolia* Lamk., *C. Berland.* Kl., *C. mississip.* Bosc., *C. occident.* L., *C. australis* L.

Deckhaare: wie *Ulmus.*

zweizellig: *C. Kraus.* Bernh.

mit Warzen von kohlensaurem Kalk: *C. brasil.* Pl., *C. boliv.* Pl.

Haare emporgehoben: *C. brasil.* Pl., *C. boliv.* Pl.

Drüsenhaare:

Kopf nur schwach angeschwollen: *C. triflora* Ruiz et Pav., *C. integrifol.* Lamk., *C. brasil.* Pl., *C. tetrandra* Roxb., *C. boliv.* Pl., *C. cinnamom.* Lindl., *C. dichotom.* Ruiz et Pav., *C. japon.* Pl., *C. jamaic.* Pl., *C. acculeat.* Swartz.;

Kopf stark angeschwollen: *C. glabrata* Pl., *C. caucas.* Willd., *C. Tournefort.* Lamk., *C. Kraus.* Bernh., *C. occident.* L., *C. trinerv.* Lamk., *C. cinnamom.* Lindl., *C. panicul.* Pl., *C. brevinerv.* Pl., *C. philipp.* Blanc., *C. Wight.* Pl., *C. mauritian.* Pl., *C. strychnoid.* Pl., *C. latifol.* Pl.;

Endzelle viergeteilt: *C. austral.* L., *C. mississip.* Bosc., *C. Audibert.* Spach., *C. crassifol.* Lamk., *C. Berland.* Kl., *C. reticul.* Torr.

chleimzellen in der Epidermis:

im Mesophyll: *C. panicul.* Pl., *C. brevinerv.* Pl., *C. rigescens* Pl., *C. dichotom.* Ruiz et Pav., *C. acculeat.* Swartz., *C. jamaic.* Pl., *C. latifol.* Pl., *C. mauritian.* Pl.

reie Sklerenchymelemente im Mesophyll: *C. brevinerv.* Pl., *C. tetrandra* Roxb., *C. strychnoid.* Pl., *C. panicul.* Pl.

alissadengewebe:

einschichtig: *C. crassifol.* Lamk., *C. dichotom.* Ruiz et Pav., *C. jamaic.* Pl., *C. Tournefort.* Lamk., *C. latifol.* Pl., *C. boliv.* Pl., *C. reticul.*, *C. triflor.* Ruiz et Pav., *C. caucas.* Willd.;

zweischichtig: *C. erianth.* E. M., *C. brasil.* Pl., *C. cinnamom.* Lindl., *C. panicul.* Pl., *C. strychnoid.* Pl., *C. Berland.* Kl., *C. Audibert.* Spach.;

ein- und zweischichtig: *C. austral.* L., *C. occident.* L., *C. Kraus.* Bernh., *C. mississip.* Bosc., *C. tetrandra* Roxb., *C. acculeat.* Swartz., *C. rigescens* Pl., *C· pubescens* Kth., *C. membranac.* Pi.;

drei- und mehrschichtig: *C. philipp.* Blanco., *C. mauritian.* Pl., *C. trinerv.* Lamk., *C. integrifol.* Lamk.;

Palissadenwände wellig: *C. mauritian.* Pl., *C., tetrandra* Roxb., *C. acculeat.* Swartz., *C. Tala* Gill., *C. brasil.* Pl., *C. pubescens* Kth., *C. panicul.* Pl.;

Palissadengewebe stärker als das Schwammgewebe: *C. Tournefort.* Lamk., *C. japon.* Pl.

chwammgewebe:

Zellen kugelförmig: *C. brasil.*, Pl., *C. dichotom.* Ruiz et Pav., *C. membranac.* Pl., *C. trifl.* Ruiz et Pav., *C. trinerv.* Lamk., *C. integrifol.* Lamk., *C. boliv.* Pl., *C. Kraus.* Bernh., *C. cinnamom.* Lindl., *C. panicul.* Pl.;

Zellen tangential gestreckt: *C. mauritian.* Pl.;

Schwammgewebe dem Palissadengewebe ähnlich: *C. reticul.* Torr., *C. crassifol.* Lamk., *C. Berland.* Kl., *C. Audibert.* Spach., *C. mississip.* Bosc., *C. cinnamom.* Lindl., *C. Tala* Gill., *C. japon.* Pl., *C. caucas.* Willd.;

Schwammgewebe und Palissadengewebe teilweise verkieselt: *C. strychnoid.* Pl., *C. Wight.* Pl., *C. panicul.* Pl., *C. cinnamom.* Lindl., *C. tetrandra* Roxb., *C. Tala* Gill., *C. Kraus.* Bernh., *C. triflor.* Ruiz et Pav.;

Schwammgewebe stärker als das Palissadengewebe: *C. glabrata* Pl., *C. panicul.* Pl., *C. tetrandra* Roxb.

inzelkrystalle: vorhanden; außer im Blattgewebe bei: *C. membranac.* Pl., *C. pubescens* Kth., *C. triflor.* Ruiz et Pav., *C. brasil.* Pl., *C. dichotom.* Ruiz et Pav., *C. boliv.* Pl., *C. acculeat.* Swartz., *C. Tala* Gill., *C. erianth.* E. M.

rusen: vorhanden.

eitbündel:

mit durchgehender Scheide, mit Sklerenchym, ohne Scheidenparenchym: *C. japon.* Pl., *C. caucas.* Willd., *C. crassifol.* Lamk., *C. Berland.* Kl., *C. reticul.* Torr., C. *C. Tournefort.* Lamk., *C. Audibert.* Spach., *C. mississip.* Bosc., *C. glabrata* Pl., *C. tetrandra* Roxb., *C. austral.* L., *C. occident.* L.

mit durchgehender Scheide, ohne Sklerenchym, mit Scheidenparenchym: *C. Kraus.* Bernh., *C. erianth.* E. M., *C. cinnamom.* Lindl., *C. trinerv.* Lamk., *C. membranac.* Pl.;

ohne durchgehende Scheide, mit Sklerenchym, mit Scheidenparenchym: *C. integrifol.* Lamk., *C. dichotom.* Ruiz et Pav., *C. Tala* Gill., *C. brasil.* Pl.;

ohne durchgehende Scheide, mit Sklerenchym, mit Scheidenparenchym: *C. strychnoides* Pl., *C. philipp.* Blanc., *C. latifol.* Pl., *C. triflor.* Ruiz et Pav., *C. mauritian.* Pl., *C. Wight.* Pl., *C. panicul.* Pl., *C. brevinerv.* Pl.;

ohne durchgehende Scheide, ohne Sklerenchym, ohne Scheidenparenchym: *C. cinnamom.* Lindl.;

Blattstiel:

Gefäßbündel halbmondförmig, mit Sklerenchym, Schleim, Einzelkrystalle, Drusen: *Sponioceltis* und *Solenostigma*;

ohne Sklerenchym: *Momisia.*

Speciesschlüssel.

A. Im Blatt Einzelkrystalle und Drusen.

I. Leitbündel mit durchgehender Scheide.

1. Endzelle der Drüsenhaare viergeteilt. Cuticula der Blattunterseite papillös vorgezogen, mit Cuticularleisten.

a. Cystolithe nur auf der Blattoberseite.

α. Leitbündel mit Sklerenchym.

αα. Palissadengewebe einschichtig, Wulste um Spaltöffnungen . . . . *C. crassif.* Lamk.

ββ. Palissadengewebe zweischichtig, Wulste um Spaltöffnungen fehlen . . . . *C. Berland.* Kl. / *C. mississip.* Rox.

β. Leitbündel ohne Sklerenchym.

αα. Palissadengewebe einschichtig . . . . *C. reticul.* Torr.

ββ. Palissadengewebe zweischichtig . . . . *C. Audibert.* Spach.

b. Cystolithe auf beiden Seiten . . . . *C. austral.* L. / *C. occident.* L.

} *Euceltis* Pl.

2. Endzelle der Drüsenhaare ungeteilt.

a. Unabhängige und Kugelcystolithe, Epidermis der Blattunterseite einschichtig, Deckhaare einzellig.

α. Leitbündel mit Sklerenchym, freie Sklerenchymelemente im Mesophyll fehlen.

αα. Epidermis der Blattunterseite papillös vorgezogen, mit Cuticularleisten.

1αα. Palissadengewebe einschichtig, Cystolithe traubenförmig, Palissadengewebe stärker als das Schwammgewebe . . . . *C. glabrata* Pl.

2ββ. Palissadengewebe einschichtig, ebenso stark wie das Schwammgewebe, Cystolithe rund . . *C. caucas.* Willd.

3γγ. Palissadengewebe ein- und zweischichtig, stärker als das Schwammgewebe, Cystolithe rund *C. Tournefort.* Lam.

ββ. Epidermis der Blattunterseite nicht papillös vorgezogen, Cuticularleisten fehlen . . . . *C. japon.* Pl.

β. Leitbündel mit Sklerenchym, freie Sklerenchymelemente im Mesophyll vorhanden . . . . *C. tetrandra* Roxb.

b. Kugelcystolithe, Epidermis der Blattoberseite zweischichtig, Deckhaare mitunter zweischichtig . . . . *C. Kraus.* Bernh.

} *Euceltis* Pl.

II. Leitbündel ohne durchgehende Scheide.

1. Leitbündel ohne Sklerenchym, ohne Scheidenparenchym.

a. Schleimzellen nur in der Epidermis.

α. Unabhängige und Kugelcystolithe, Cystolithe cylindrisch, in der Mitte mitunter eingeschnürt . . . *C. cinnamom.* Lindl.

β. Unabhängige Cystolithe, mitunter zweigeteilt und mit Luftlücken . . . . *C. trinerv.* Lam.

b. Schleimzellen auch im Mesophyll . . . . *C. rigescens* Pl.

} *Sponioceltis* Pl.

2. Leitbündel ohne Sklerenchym, mit Scheidenparenchym . . . *C. integrifol.* Lam.
3. Leitbündel mit Sklerenchym.
a. Schleimzellen vorhanden.
α. Schleimzellen nur in der Epidermis.
αα. Palissadengewebe zweischichtig, Epidermis der Blattoberseite einschichtig . . . . *C. Wightii* Pl.
ββ. Palissadengewebe drei- und mehrschichtig, Epidermis zweischichtig . . . . *C. philipp.* Blanc.
β. Schleimzellen auch im Mesophyll.
αα. Epidermis der Blattoberseite zweischichtig, Palissadengewebe einschichtig . . . . *C. latifolia* Pl.
ββ. Epidermis der Blattoberseite einschichtig, Palissadengewebe mehrschichtig.
1αα. Freie Sklerenchymelemente im Mesophyll, Palissadengewebe zweischichtig.
† Cystolithe unabhängig . . . . *C. brevinerv.* Pl.
†† Unabhängige und Haarcystolithe . . . . . *C. panicul.* Pl.
2ββ. Freie Sklerenchymelemente im Mesophyll fehlen, Palissadengewebe drei- und mehrschichtig *C. maurit.* Pl.
b. Schleimzellen fehlen, freie Sklerenchymelemente im Mesophyll, Epidermis der Blattoberseite einschichtig *C. strychnoid.* Pl.

Solenostigma Pl.

. Im Blattgewebe nur Drusen, Einzelkrystalle fehlen.
I. Nur unabhängige Cystolithe, Epidermis der Blattoberseite zweischichtig . . . . *C. eriantha* E. M.
II. Unabhängige und Haarcystolithe.
1. Cystolithe nur auf der Blattoberseite, Schleimzellen im Mesophyll, Epidermis der Blattoberseite einschichtig . . *C. dichot.* Ruiz et Pav.
2. Cystolithe auf beiden Seiten des Blattes.
a. Leitbündel mit durchgehender Scheide.
α. Cystylithe rund.
αα. Scheimzellen nur in der Epidermis . . . . . . *C. membranac.* Pl.
ββ. Schleimzellen auch im Mesophyll . . . . *C. jamaicensis* Pl.
β. Cystolithe nierenförmig. . . . . *C. pubescens.* Kth.
b. Leitbündel ohne durchgehende Scheide.
α. Deckhaare mitunter mit Warzen.
αα. Leitbündel ohne Sklerenchym, Epidermis, von der Fläche gesehen, beiderseits gleich, Spaltöffnungen auch auf der Blattoberseite . . . . *C. brasil.* Pl.
ββ. Leitbündel mit Sklerenchym, auf der Flächenansicht Differenzierung in Blattober- und -unterseite, Spaltöffnungen nur auf der Unterseite. . . *C. boliv.* Pl.
β. Deckhaare stets ohne Warzen.
αα. Schleimzellen nur in der Epidermis.
1αα. Leitbündel ohne Sklerenchym, mit Scheidenparenchym . . . . *C. Tala* Gill.
2ββ. Leitbündel mit Sklerenchym, ohne Scheidenparenchym . . . . *C. triflor.* Ruiz et Pav.
ββ. Schleimzellen auch im Mesophyll, Leitbündel mit Sklerenchym und Scheidenparenchym . . . *C. acculeat.* Swartz.

Momisia Pl.

Nach Planchon l. c. gehören zu *Celtis* 73 Species, *Mertensia citrifolia* Kth. ngerechnet, die ich jedoch an besonderer Stelle beschreibe. Ich untersuchte:

Celtis acculeata Swartz. — H. V. Kat. 72. n. 250, 251. — H. d. Sch. G. Cuba, Pöppig. — H. B. E. Otto. n. 393. Columbia. — H. B. C. Ehrenberg. n. 1114. Montezuma, Mexico.
C. Audibertiana Spach. — H. B. Kinn, Nordamerika.
C. australis L. — H. V. Kat. 72. n. 174, 175, 177, 178, 179, 193, 196, 200.
C. Berlandieri Kl. — H. B. Berlandier, Mexico.
C. boliviensis Pl. — H. B. Lorenz et Hieronimus. n. 213, San José. n. 17, bei Oran.
C. brasiliensis Pl. — H. B. A. Glaziou, Rio de Janeiro. n. 4960, 15247. Blumenau, Dr. W. Müller.
C. brevinervis Pl. — H. B. Zippel, Neu-Guinea.
C. caucasica Willd. — H. B. Afganistan.
C. cinnamomea Lindl. — H. V. Kat. 72. n. 246. — H. d. Sch. G. Zollinger. n. 2230, Java. H. B. Thweites. n. 2563, Zeylon.
C. crassifolia Lamk. — H. d. Sch. G. ohne nähere Angaben. — H. B. Georg Engelmann, St. Louis.
C. dichotoma Ruiz et Pav. — H. d. Sch. G. Ruiz, Peru et Chili ex Herb. Lamk. — H. B. Ruiz, Flor peruv. — H. B. Ruiz in Peruv. ad Pozuzo Chacahuassi.
C. eriantha E. M. forma b. — H. d. Sch. G. Drége, Africa.
C. glabra Pl. — H. B. Karl Kosch, Tschonkthal.
C. jamaicensis Pl. — H. B. Balbis misit, Jamaica.
C. japonica Pl. — H. B. From the Royal Gardens, Kew. n. 722. — H. B. Nagasaki, Japan, R. Oldham.
C. integrifolia Lamk. — H. V. Kat. 72. n. 255. — H. B. Perrotet. n. 711. Senegal. — H. B. Dr. Pfund, Kordufan.
C. Krausiana Bernh. — H. B. Kat. 72. n. 227, 228, 229. — H. d. Schl. G. Drége. Africa n. 8161. — H. B. Schimper, Abyssinien. n. 1162.
C. latifolia Pl. — H. V. Kat. 72. n. 349. — H. B. Hollrung, Neu-Guinea, Hatzfeldhafen.
C. mauritiana Pl. — H. B. Insul. Franc. ex Mus. Paris.
C. membranacea Pl. — H. B. Gaudichaud n. 1081. Rio de Janeiro.
C. mississipinensis Bosc. — H. V. Kat. 72. n. 241, 242. 243. — H. B. Georg Engelmann, St. Louis. — H. B. Brendel, Sud Illinois.
C. occidentalis Pl. — H. B. Ferd. Bauer, Ins. Nordfol. — H. B. Bot. Mus. of Melbourn F. Müller.
C. philippinensis Blanco. — H. B. M. Riedel, N. Celebes.
C. pubescens Kth. — H. B. Ruiz.
C. reticulata Torr. — H. B. ohne nähere Angabe.
C. rigescens Pl. — H. B. Teysmann ex Herb. Miquel.
C. strychnoides Pl. — H. V. Kat. 72. n. 248. — H. B. F. Müller, Sweert Island.
C. Tala Gill. — H. V. Kat. 72. n. 254. — H. B. Dr. Lorentz, Cordoba Argent.
C. tetrandra Roxb. — H. B. Napalia. — H. B. Wallich. n. 3695 b. Kamaon.
C. Tournefortii Lamk. — H. V. Kat. 72. n. 207, 209, 210, 211, 214. 216. 217.
C. triflora Ruiz et Pav. — H. B. Ruiz, Flor. peru.
C. trinerv. Lamk. — H. d. Schl. G. Balbis St. Domingo.
C. Wightii Pl. — H. V. Kat. 72. n. 247, — H. B. Thweites. n. 50. Engler. — H. B. Herb. Wight. n. 2720. Penins. Ind. or.

Ampelocera Kl.

Die Zugehörigkeit der Gattung *Ampelocera* zu den Ulmaceen ist morphologisch noch nicht festgestellt, Planchon (l. c.) Bentham und Hooker (l. c.) und Engler (l. c.) führen sie zwar auf, jedoch mit der Bemerkung, dass sie

wohl nicht zu den Ulmaceen zu rechnen sei. Die anatomische Beschaffenheit des Blattes und Blattstiels weist jedoch auf nahe Verwandtschaft zu den Ulmaceen hin.

Ampelocera besitzt in der Epidermis der Blattoberseite unabhängige, freilich sehr kalkarme Cystolithe und eben da auch Schleimzellen. Das Gefäßbündel des Blattstiels ist wie dasjenige von *Celtis* halbmondförmig. Verschieden ist sie von den Celtoideen durch die Ausbildung der Deck- und Drüsenhaare, durch das gänzliche Fehlen von oxalsauren Kalkkrystallen in der Blattspreite. Die Eigentümlichkeiten können uns jedoch nicht veranlassen *Ampelocera* von den Ulmaceen zu trennen, sondern rechtfertigen nur ihre Stellung als besondere Gattung.

In anatomischer Hinsicht verhalten sich die einzelnen Teile des Blattes wie folgt:

Cuticula: normal.
Epidermis der Blattoberseite: normal.
Epidermis der Blattunterseite: normal.
Schleimzellen: nur in der Epidermis der Blattoberseite.
Cystolithe: unabhängig, sehr kalkarm, nur in der Epidermis der Blattoberseite.
Cystothylen: vorhanden.
Deckhaare: sehr lang und schmal, größte Breite in der Mitte.
Drüsenhaare: Stiel aus einer Zelle bestehend, Kopf aus zwei Zellschichten.
Palissadengewebe: einschichtig.
Schwammgewebe: dicht.
Einzelkrystalle: fehlen.
Drusen: fehlen.
Leitbündel: ohne durchgehende Scheide, ohne Sklerenchym, ohne Scheidenparenchym.
Blattstiel: Gefäßbündel halbmondförmig, Sklerennchym fehlt, Schleim vorhanden, Drusen fehlen, Einzelkrystalle vorhanden.

Die Gattung besteht aus zwei Species, von denen ich untersuchte:
Ampelocera Ruiz Klotzsch. — H. B. Ruiz, Peruv. et Chil. ex Herb. Lambert.

Trema Loureiro.

Anatomisch stehen sich die Gattungen *Celltis* und *Trema* sehr nahe. Die Hauptverschiedenheiten zwischen beiden, *Celtis* mit unabhängigen, *Trema* mit Haarcystolithen, *Celtis* mit Einzelkrystallen und Drusen im Blattgewebe, *Trema* nur mit Drusen, finden eine gewisse Herabminderung der Gegensätze in *Momisia*, welche eine Mittelstellung zwischen beiden einnimmt.

Der anatomische Charakter von *Trema* spricht sich den übrigen Celtoideen gegenüber dadurch aus, dass *Trema* im Blatt Leitbündel mit durchgehenden Scheiden, ohne Sklerenchym, mit Scheidenparenchym, Haarcystolithe, im Blattstiel halbmondförmiges Gefäßbündel und in der Blattspreite, sowie im Stiel Drusen besitzt. Untergattungen, wie sie sich bei *Celtis* finden, sind mit Rücksicht auf die Blütenmorphologie noch nicht aufgestellt worden und treten auch anatomisch nicht hervor. Wie jedoch

der nachstehende Schlüssel zeigt, stehen die beiden amerikanischen Species *Trema* Lamark. (*Sponia* Lamark. Pl.) und *T. micrantha* (Swartz) Engler einander sehr nahe, ebenso die beiden westafrikanischen Species *T. affinis* (*Sponia affinis* Pl.) und *T. guinensis* (*Sponia guinensis* Schum.).

Anatomisch verhält sich die Gattung *Trema* wie folgt:

Cuticula: normal.

Epidermis der Blattoberseite: 10 bis 20 Mikra lange und breite Zellen, bei *Trema Lamarck.* (*Sponia Lamarck.* Pl.), 15 bis 20 Mikra lang, 10 bis 15 Mikra breit[1]), Seitenwände der Zellen wellig: *T. rigida* Blume;

zweischichtig: *T. amboinensis* Blume, *T. micrantha* (Swartz.) Engler, *T. orientalis* (*Sp. orient.* Pl.), *T. rigida* Blume, *T. Wightii* (*Sp. Wightii* Pl.), *T. velutina* (*Sp. velutina* Pl.), *T. Lamarck.*, *T. discolor* (*Sp. discolor* Decne.), *T. affinis* (*Sp. affinis* Pl.), *T. Commersoniana* (*Sp. Commerson.* Decne.), *T. guinensis* (*Sp. guin.* Schum.).

Epidermis der Blattunterseite: auf dem Querschnitt 3 bis 8 Mikra lange und breite Zellen, Zellwände von der Fläche gesehen gradlinig: *T. discolor*, *T. timorensis* Blume, *T. orient.*, *T. rigida* Blume, *T. Lamarck.*, *T. angustifolia* (*T. angustifol.* Pl.), *T. velutina*, *T. Wightii*, *T. affinis*, *T. Hochstetteri* (*Sp. Hochstetteri* Spach.).

Cystolithe: nur auf der Oberseite: *T. amboinensis* Blume, *T. velutina*, *T. rigida*, *T. aspera* (*Sp. aspera* Pl.);

auf beiden Seiten des Blattes bei den übrigen Species;

Haarcystolithe und Kugelcystolithe: *T. timorensis*, *T. aspera*, *T. politoria* (*Sp. politoria* Pl.), *T. Commersioniana*;

Haarcystolithe bei den übrigen Species;

Cystolithe in Schleimzellen: *T. aspera*, *T. orientalis*, *T. Commersoniana.*

Cystothylen: vorhanden.

Deckhaare: wie Ulmus mit Warzen: *T. rigida*, *T. angustifolia.*;

emporgehoben: *T. micrantha*, *T. amboinensis*, *T. Lamarckiana.*

Drüsenhaare: Kopf schwach angeschwollen: *T. orientalis* Lamarck., *rigida*, *discolor*, *velutina*, *Wightii*, *affinis*, *Commersoniana*, *timorensis*, *angustifolia*, *Hochstetteri* *T. virgata.*

Schleimzellen vorhanden: *T. velutina* Wight., *virgata*, *affinis*, *Hochstetteri*, *aspera*, *Commersoniana*, *guinensis*, *orientalis*, *rigida*, *discolor*;

fehlen: *T. politoria*, *Lamarckiana*, *angustifolia*, *micrantha*, *timorensis.*

Spaltöffnungen: auf der Ober- und Unterseite: *T. aspera*;

nur auf der Unterseite bei den übrigen Species;

vorgezogen: *T. amboinensis*, *orientalis*, *rigida.*

Palissadengewebe: einschichtig: *T. amboinensis*, *micrantha*, *guinensis*, *Commersoniana*, *velutina*, *rigida*, *virgata*, *discolor*, *Hochstetteri*, *timorensis*;

zweischichtig: *T. politoria* Lamarck.;

ein- und zweischichtig: *T. aspera*, *angustifolia*, *orientalis*, *affinis.*

Schwammgewebe: Zellen isodiametrisch: *T. amboinensis*, *micrantha*, *orientalis*, *angustifolia*, *guinensis*, *virgata*, *aspera*;

schwächer als das Palissadengewebe: *T. Wightii*, *velutina*, *politoria.*

Einzelkrystalle: fehlen.

Drusen: vorhanden.

Leitbündel mit durchgehender Scheide, Sklerenchym fehlt, Scheidenparenchym.

Blattstiel: halbmondförmig, Sklerenchym fehlt, Schleim entsprechend der Blattspreite, Einzelkrystalle fehlen, Drusen vorhanden.

---

1) Bei *Tr. timor.* 16—30 Micra lang, 15—25 Micra breit.

Schlüssel.

A. Epidermis der Blattoberseite einschichtig.
  I. Schleimzellen fehlen.
    1. Deckhaare mit Warzen.
      a. Kugel- und Haarcystolithe, Drüsenhaare aus zwei Zellreihen bestehend, Palissadegewebe stärker als Schwammgewebe . . . . *T. politoria* (*Sponia* Pl.)
      b. nur Haarcystolithe, Drüsenhaare aus einer Zelle bestehend, Schwammgewebezellen kugelförmig, Schwammgewebe ebensostark als das Palissadengewebe . . . . *T. angustifolia* (*Sp. a.* Pl.).
    2. Deckhaare ohne Warzen, Kugel- und Haarcystolithe, Drüsenhaare aus einer Zelle bestehend . . . *T. timorensis* (*Sp.* Decne.)
  II. Schleimzellen vorhanden.
    1. Cystolithe nur auf der Blattoberseite in Schleimzellen, Spaltöffnungen auch auf der Oberseite . . *T. aspera* (*Sp. a.* Pl.).
    2. Cystolithe auf beiden Seiten des Blattes ohne Zusammenhang mit Schleimzellen, Spaltöffnungen nur auf der Unterseite.
      a. Blattunterseite mit filziger Behaarung . . . . . *T. Hochstetteri* (*Spon. H.* [Spach.).
      b. Blattunterseite ohne filzige Behaarung . . . . . *T. virgata* (*Sp. v.* Pl).

B. Epidermis der Blattoberseite zweischichtig.
  I. Cystolithe nur auf der Blattoberseite.
    1. Deckhaare mit Warzen, Drüsenhaare aus einer Zelle bestehend . . . . *T. rigida* Blume.
    2. Deckhaare ohne Warzen.
      a. Drüsenhaare aus einer Zelle bestehend . . . . . *T. velutina* (*Sponia v.* Pl).
      b. Drüsenhaare aus zwei Zellen bestehend . . . . *T. amboinensis* Blume.
  II. Cystolithe auf beiden Seiten.
    1. Schleimzellen vorhanden.
      a. Cystolithe in Schleimzellen.
        α. Haarcystolithe, Unterseite filzig behaart; unabhängige Cystolithe . . . . *T. orientalis* (*Sponia o.* Pl.).
        β. Kugel- und Haarcystolithe, filzige Behaarung der Blattunterseite fehlt . . . . *T. Commersonii* (*Sponia c.* [Decne.).
      b. Cystolithe ohne Zusammenhang mit Schleimzellen.
        α. Epidermis der Blattunterseite von der Fläche gesehen gradlinig. . . . . *T. discolor* (*Sp. d.* Decne.).
        β. Epidermis der Blattunterseite von der Fläche gesehen wellig.
          αα. Palissadengewebe stärker als das Schwammgewebe. . . . . *T. Wightii* (*Sponia W.* Pl.).
          ββ. Palissadengewebe ebenso stark als das Schwammgewebe.
            1αα. Blattunterseite filzig behaart, Drüsenhaare aus einer Zelle bestehend . . . *T. affinis* (*Sponia a.* Pl.).
            2ββ. Filzige Behaarung der Blattunterseite fehlt, Drüsenhaare aus zwei Zellen bestehend . . . . *T. guinensis* (*Sponia g.* [Schum.)

2. Schleimzellen fehlen.
   a. Blattunterseite filzig behaart, Drüsenhaare aus einer Zelle bestehend . . . . *T. Lamarckiana* (*Sponia* [Decne.).
   b. Blattunterseite ohne filzige Behaarung, Drüsenhaare aus zwei Zellen bestehend . . . . *T. micrantha* (Swartz.) (Engler.

Die Gattung besteht nach Planchon (l. c.) aus 27 Species, von denen ich die nachstehenden untersuchte:

Trema affinis (*Sponia a.* Pl.) — H. B. Buchholz, Melbourn (Bakelsdorf) am Eliva Sonanga Africa occident.

T. amboinensis Blume. — H. d. Sch. G. Cunning. n. 1232. Insul. philipp. — H. B. Gaudichaud, Singapore. — H. B. H. Griffith. n. 4685. East Bengal.

T. angustifolia (*Sp. angustifolia* Pl.). — H. B. J. Jagor, Malacca.

T. aspera (*Sp. a.* Pl.). — H. B. ex Mus. Godeffroy Hamburg. — H. B. F. Schulze, Foutes Port Darwin.

T. Commersonii (*Sp. C.* Decne.). — H. B. Ins. Bourbon ex Mus. Paris. — H. B. Brion n. 1092. Ins. Bourbon.

T. discolor (*Sp. d.* Decne.). — H. B. D. Urville, Taiti

T. guinensis (*Sp. guinensis* Schum.). — H. B. Gneinzius, Port Natal Afr. austral. — H. B. Buchholz, Mungo Afr. occident. — H. B. Buchner. n. 94 et 150. Angola, Malange.

T. Hochstetteri (*Sp. Hochstetter.* Buch.). — H. B. Schimper, Delhi dikeno Abyssinia. — H. B. Schweinfurth, Delhi dikeno Abyssinia.

T. Lamarckiana (*Sp. L.* Decne.). — H, V. Kat. 72. n. 313, 314. — H. B. Jacquemont, St. Domingo. — H. B. C. Ehrenberg. n. 353. Haiti. — H. B, R. Schomburgk. n. 124. St. Domingo.

T. micrantha (Swartz) Engler (*Sp. m.* Decne.). — H. V. Kat. 72. n. 290, 291, 292, 294, 295, 296, 297, 298. — H. d. Schl. G. Hohenacker. n. 1884. leg. A. Kappler. — H. B. C. Schwanecke. n. 83. Portorico. — H. B. R. Schomburgk. n. 609. Brit. Guajana. — H. B. Jorullo, ex Herb. Humbold. — H. B. Ruiz leg. Peruv. (*Sp. purpurina* Kb., *Celtis Chichilea* Ruiz.).

T. orientalis (*Sp. o.* Pl.). — H. d. Schl. G. Hohenacker. n. 304. Mangalor Ind. or. — H. B. Bangatpore, Ind. or. reg. trop. — H. B. Sieber II. n. 250. Mauritius.

T. politoria (*Sponia p.* Pl.). — H. B. Wallich. n. 3693. a Napalia. — H. B. H. O. Forbes. n. 3938. Timor. — H. B. Herb. Griffith. n. 4685. East Bengal. — H. B. Gaudichaud, Singapore. — H. B. Cuming. n. 1232. Insul. philipp.

T. timorensis (*Sponia t.* Decne.). — H. B. Ins. Timor. ex Herb. Paris.

T. velutina (*Sponia v.* Cl.). — H. d. Schl. G. Cvming, Ins. philipp.

C. virgata (*Sp. v.* Pl.). — H. B. Cuming. n. 1614. Ins. philipp.

C. Wightii (*Sp. W.* Pl.). — H. d. Schl. G. Hohenacker, Mont Nilaghiri Ind. or. — H. d. Gchl) G. Hohenacker, n. 1329. Arschatti Nilaghiri.

Celtidopsis Priemer (*Mertensia* Kth).

Planchon führt unter den Celtisspecies als species dubia *Mertensia citrifolia* Kth. auf.

Anatomisch ist sie von *Celtis* und den übrigen Gattungen so verschieden, dass ich glaube, sie besonders beschreiben zu müssen. Leider verbot es die geringe Menge des vorhandenen Materials, Schnitte durch den Blattstiel zu machen. Ich kann daher keine auch nur einigermaßen

gerechtfertigte Vermutung über die Stellung dieser Species im System äußern. Das Vorhandensein von Cystolithen spricht für nähere Verwandtschaft zum Formenkreis der Urticaceen. Hauptsächlich ist *Celtidopsis citrifolia* (Kth.) dadurch von *Celtis* verschieden, dass die Cystolithe im Mesophyll sich befinden. Im Palissaden- sowohl wie im Schwammgewebe kommen Kieselsäureverdickungen vor; im Mesophyll verlaufen von den Gefäßbündeln unabhängige Sklerenchymelemente. Die einzelnen Teile des Blattes verhalten sich, soweit ich untersuchen konnte, in folgender Weise:

Cuticula: normal.
Epidermis der Blattoberseite: normal.
Epidermis der Blattunterseite: geradlinig.
Cystolithe: im Mesophyll.
Cystothylen: vorhanden.
Palissadengewebe: dreireihig; Zellwände wellig, Kieselsäureverdickungen.
Schwammgewebe: dicht, mit Kieselsäureverdickungen, Einzelkrystalle vorhanden, ebenso Drüsen.

Ich untersuchte:
Celtidopsis citrifolia (Kth.) Priemer. — H. B. Guajaquil 3793.

Parasponia Miqu.

Parasponia ist anatomisch wenig oder gar nicht von *Trema* verschieden. Sie besitzt ebenfalls im Blattgewebe und Blattstiel nur Drusen, Leitbündel mit durchgehender Scheide ohne Sklerenchym mit Scheidenparenchym und weicht in gewissem Sinne nur durch die Ausbildung der Cystolithe ab. *Parasponia* besitzt auf der Blattober- und -unterseite Kugelcystolithe, während bei *Trema* Kugel- und Haarcystolithe vorkommen. Außerdem finden sich bei *Parasponia* mitunter zwei oder mehrere Cystolithe in einem Haar.

Zum Vergleich mit *Trema* lasse ich eine anatomische Beschreibung von *Parasponia* folgen.

Cuticula: normal.
Epidermis der Blattoberseite: zweischichtig.
Epidermis der Blattunterseite: normal.
Cystolithe: Kugelcystolithe mit centralem Haar; in den Haaren mitunter zwei Cystolithe.
Cystothylen: vorhanden.
Deckhaare: wie bei *Ulmus*.
Drüsenhaare: aus einer Zellreihe bestehend.
Schleimzellen in der Epidermis.
Palissadengewebe: zweischichtig.
Schwammgewebe: dicht.
Einzelkrystalle: fehlen.
Drusen: vorhanden.
Leitbündel: mit durchgehender Scheide, ohne Sklerenchym, mit Scheidenparenchym.
Blattstiel: Gefäßbündel halbmondförmig, ohne Sklerenchym, mit Schleim; Drusen; Einzelkrystalle fehlen.

Die Gattung besteht aus zwei Species, von denen ich untersuchte:
Parasponia parviflora Miq. H. B. Celebes.
» *Andersonii* Pl. — H. B. Dr. F. Seemann n. 562. Fiji Islands.

Gironniera Gaudich.

Anatomisch nehmen die beiden letzten Gattungen, *Gironniera* und *Aphananthe* sowohl den Ulmoideen als den Celtoideen gegenüber eine gesonderte Stelle ein. Charakteristisch ist für beide die Bildung der Deckhaare.

Gironniera besitzt außerdem noch eigentümlich gebildete Drüsenhaare und einen eigentümlichen Bau des Gefäßbündels im Blattstiel.

Bentham und Hooker (l. c.) und Engler (l. c.) teilen die Gattung *Gironniera* in zwei Untergattungen, *Nematostigma* und *Galumpita*, ein. Anatomisch jedoch ist es nicht möglich, die *Gironniera*-Arten in derselben Weise zu trennen.

Gironniera cuspidata Benth. et Hook., welche von Planchon als *Aphananthe cuspidata* Pl. aufgeführt wird, gehört anatomisch unzweifelhaft zu *Gironniera*. Drüsenhaare habe ich zwar auf dem von mir untersuchten Exemplar nicht beobachten können, jedoch ist das Vorhandensein von Schleim und vor allem die Ausbildung des Blattstiels ein Beweis für die nahe Verwandtschaft mit *Gironniera*. Der Bau des Gefäßbündels im Blattstiel bei *Gironniera* ist halbmondförmig, mit Parenchymverbindungen durchsetzt, so dass es zweifelhaft erscheint, ob man nicht besser von mehreren als von einem Gefäßbündel spricht. *Gironniera cuspidata* Benth. et Hook. besitzt ein ebenso gebildetes Gefäßbündel im Blattstiel. Für mich besteht daher kein Zweifel über ihre Zugehörigkeit zu *Gironniera*. Anatomisch verhält sich die Gattung wie folgt:

Cuticula: normal.
Epidermis der Blattoberseite: Epidermiszellen von der Fläche gesehen mit undulierten Wänden: *G. celtidifolia* Gaudich., *G. subaequalis* Bl.;
teilweise zweischichtig: *G. rhamnifolia* Blume, *G. nervosa* Pl.;
Epidermiszellen auf dem Querschnitt 7—15 Micra lang und breit: *G. cuspidata* Benth. et Hook., *G. rhamnifolia* Blume, *G. nervosa* Pl., *G. celtidifolia* Gaudich., *G. parvifolia* Pl.
Epidermis der Unterseite: Zellen 3—7 Micra breit und 7—10 Micra lang: *G. rhamnifolia* Blume, *G. cuspidata* Benth. et Hook., *G. celtidifolia* Gaudich., *G. nervosa* Pl.
Zellen 15—25 Micra lang und breit: *G. parvifolia* Pl.
Cystolithe: fehlen, jedoch Warzen von kohlensaurem Kalk auf den Haaren.
Cystothylen: vorhanden: Epidermiszellen teilweise ganz verkieselt: *G. subaequalis* Pl.
Deckhaare: einzellig, gekrümmt, mit Warzen.
Drüsenhaare: Stiel aus einer Zelle bestehend; Kopf aus einer Schicht ven 6—8 nebeneinander liegenden Zellen.
Schleimzellen: in der Epidermis: *G. rhamnifolia* Blume, *G. cuspidata* Benth. et Hook., *G. nervosa* Pl., *G. parvifolia* Pl.
im Mesophyll: *G. celtidifolia* Gaudich.

Spaltöffnungen: mit Hörnern: *G. celtidifolia* Gaudich.
Palissadengewebe: einschichtig: *G. celtidifolia* Gaudich., *G. cuspidata* Benth. et Hook., *G. nervosa* Pl., *G. parvifolia* Pl., *G. subaequalis* Pl.
ein- und zweischichtig: *G. rhamnifolia* Blume.
Wände der Palissadenzellen wellig: *G. celtidifolia* Gaudich.
Schwammgewebe: locker: *G. nervosa* Pl., *G. subaequalis* Pl.
Zellen tangential gestreckt: *G. celtidifolia* Gaudich., *G. rhamnifolia* Blume.
Einzelkrystalle: vorhanden.
Drusen: vorhanden.
Leitbündel: mit durchgehender Scheide, Sklerenchym; Scheidenparenchym fehlt.
Blattstiel: halbmondförmiges Gefäßbündel mit Parenchymverbindungen durchsetzt, Sklerenchym; Schleim fehlt; Einzelkrystalle fehlen; Drusen vorhanden.

Schlüssel.

A. Epidermis der Blattoberseite einschichtig.
  I. Schleimzellen im Mesophyll, Spaltöffnungen mit Hörnern; Epidermiszellen der Blattoberseite von der Fläche gesehen wellig . . . . *G. celtidifolia* Gaudich.
  II. Schleimzellen in der Epidermis.
    1. Epidermiszellen von der Fläche gesehen geradlinig.
      a. Epidermiszellen der Blattunterseite ebenso groß wie diejenigen der Blattoberseite . . . . *G. parvifolia* Pl.
      b. Epidermiszellen der Blattunterseite kleiner wie diejenigen der Blattoberseite . . . . *G. cuspidata* Bth. et H.
    2. Epidermiszellen von der Fläche gesehen mit undulierten Wänden . . . . *G. subaequalis* Pl.
B. Epidermis der Blattoberseite zweischichtig.
  I. Palissadengewebe einschichtig, Schwammgewebezellen kugelförmig . . . . *G. nervosa* Pl.
  II. Palissadengewebe ein- und zweischichtig, Schwammgewebezellen tangential gestreckt . . . . *G. rhamnifolia* Blume.

Gironniera besteht aus 6 Species, von denen ich untersuchte:

G. celtidifolia Gaud. — H. B. Cuming n. 870 Ins. Philipp.
G. cuspidata Benth. et Hook. — H. B. ex Herb. ind. orient. Hook. fils et Thomson Madras reg. trop.
G. nervosa Pl. — Griffith n. 4683. Birma.
G. parvifolia Pl. — Meingag n. 1470. Malaga.
G. rhamnifolia Blume. — H. B. Zippel. N.-Guinea.
G. subaequalis Pl. Forma b. — Zollinger n. 1413. Java.

Aphananthe Pl.

Wie schon bei Besprechung der Gattung *Gironniera* erwähnt wurde, besitzt *Aphananthe* mit dieser im Gegensatz zu den übrigen Ulmaceen eigenartig gestaltete Deckhaare. Von *Gironniera* unterscheidet sie sich durch das gänzliche Fehlen von Schleimzellen, während *Gironniera* stets Schleim besitzt; außerdem sind die beiden Gattungen noch durch die Form der Drüsenhaare verschieden und durch das Fehlen von Drusen im Blatt-

stielgewebe von *Gironniera*. Die Beobachtung der einzelnen Species ergab folgende Resultate:

Cuticula: normal.
Epidermis der Blattoberseite: Zellen auf dem Querschnitt 7—10 Micra lang und breit.
Zellwände von der Fläche gesehen wellig: *Aphananthe philippinensis* Pl.
Epidermis der Blattunterseite: normal.
Cystolithe: fehlen, jedoch Warzen von kohlensaurem Kalk auf den Haaren.
Cystothylen: vorhanden.
Deckhaare: mit Warzen, gekrümmt, einzellig.
Drüsenhaare: mehrzellig, einreihig, Kopf angeschwollen.
Schleimzellen: fehlen.
Palissadengewebe: einschichtig: *A. philipp.* Pl., *A. aspera* Pl.
zweischichtig: *A. rectinervis* Pl.
Schwammgewebe: dicht.
Einzelkrystalle: vorhanden.
Drusen: vorhanden.
Leitbündel: ohne durchgehende Scheide; ohne Sklerenchym, mit Scheidenparenchym. *A. aspera* Pl.
mit Sklerenchym, ohne Scheidenparenchym: *A. rectinervis* Pl.
ohne Sklerenchym, ohne Scheidenparenchym: *A. philippinensis* Pl.

Schlüssel.

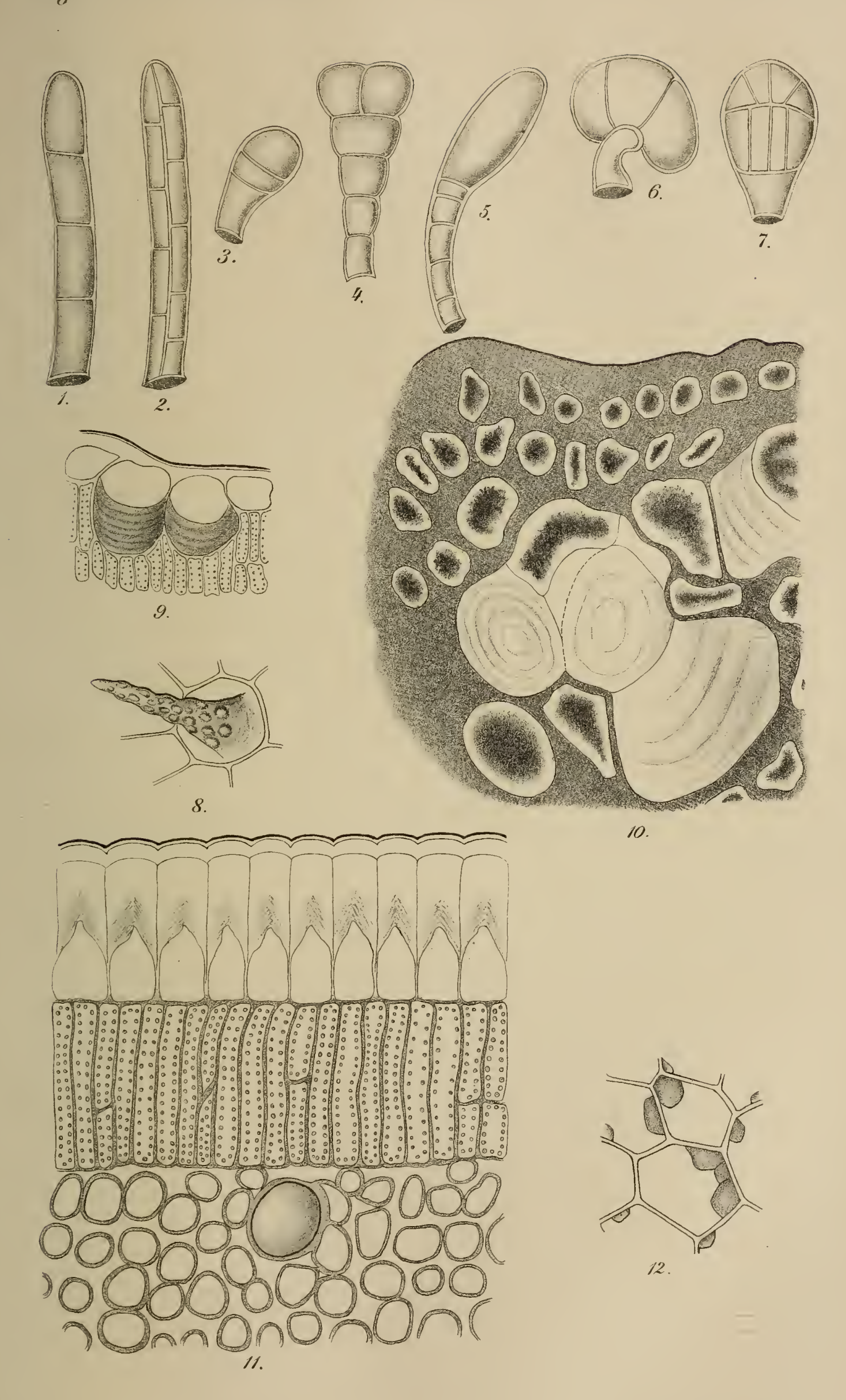
A. Epidermis der Blattoberseite einschichtig. Zellen von der Fläche gesehen mit undulierten Wänden, Leitbündel ohne Sklerenchym, ohne Scheidenparenchym . . . . *A. philippinensis* Pl.
B. Epidermis der Blattoberseite zweischichtig, Zellen von der Fläche gesehen mit geradlinigen Wänden.
  I. Palissadengewebe einschichtig, Leitbündel ohne Sklerenchym, mit Scheidenparenchym . . . . *A. aspera* Pl.
  II. Palissadengewebe zweischichtig, Leitbündel mit Sklerenchym, ohne Scheidenparenchym . . . . *A. rectinervis* Pl.

Planchon führt 4 Species auf, von denen ich untersuchte:

A. philippinensis Pl. — H. B. Cuming n. 1311. Ins. philipp.
A. aspera Pl. — H. B. leg. R. Oldham n. 723 u. 724. — Nagaski japan.
A. rectinervis Pl. — H. B. Clarence River F. Müller leg. Dr. Bechler.

Erklärung der Figuren auf Taf. X und XI.

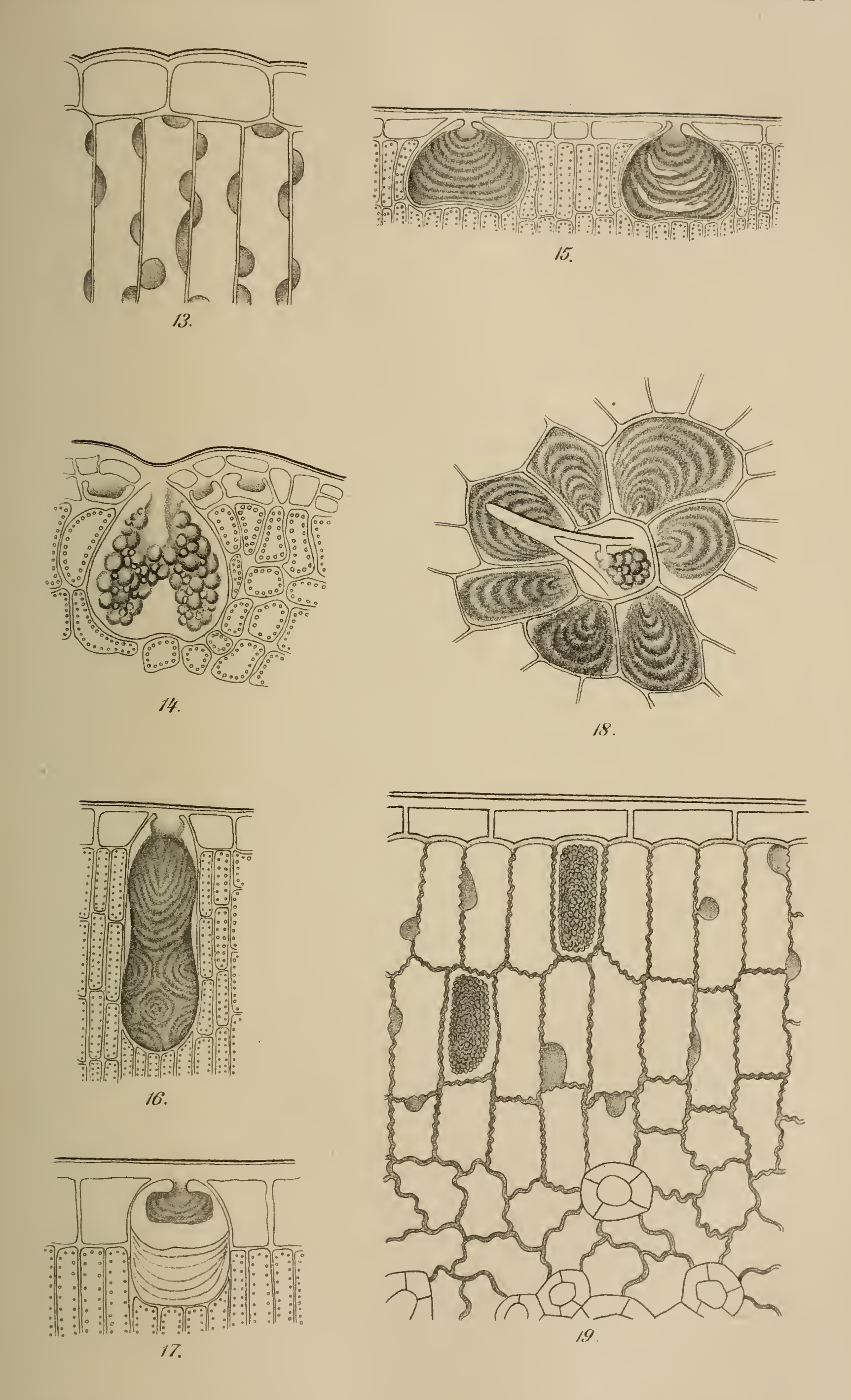
Fig. 1. Drüsenhaar von *Trema affinis* (*Sponia a.* Pl.).
Fig. 2. Drüsenhaar von *Trema guineensis* (*Sponia g.* Schum.).
Fig. 3. Drüsenhaar von *Ulmus montana* Wither.
Drüsenhaar von *Celtis acculeata* Sw.
Fig. 4. Drüsenhaar von *Celtis mississipinensis* Bosc.
Fig. 5. Drüsenhaare von *Celtis acculeata* Sw.
Fig. 6. Drüsenhaare von *Gironniera parvifolia* Pl.
Fig. 7. Drüsenhaar von *Ampelocera Ruizii* Kl.
Fig. 8. Deckhaar von *Gironniera celtidifolia* Gaudich.



F. Friemer ad nat. del.

Lith. Anst. Julius Klinkhardt, Leipzig.

Verlag v. Wilh. Engelmann, Leipzig.



F. Priemer ad nat. del.

Lith. Anst. Julius Klinkhardt, Leipzig.

Verl. v. Wilh. Engelmann, Leipzig.

ig. 9. Epidermale Schleimzelle von *Ulmus campestris* L.
ig. 10. Schleimzellen im Blatthauptnerven von *Ulmus montana* Wither.
ig. 11. Blattquerschnitt von *Celtis rigescens* Pl.
ig. 12. Cystothylen auf der Blattoberseite von *Trema orientalis* (*Sponia o.* Pl.), Flächenansicht.
ig. 13. Kieselsäureverdickungen im Palissadengewebe von *Celtis tetrandra* Roxb.
ig. 14. Cystolith von *Celtis Krausiana* Bernh.
ig. 15. Cystolithe von *Celtis pubescens* Kth.
ig. 16. Cystolith von *Celtis Tala* Gill.
ig. 17. Cystolith von *Chaetacme aristata* Pl.
ig. 18. Kugelcystolith von *Hemiptelea Davidiana* Pl.
ig. 19. Blattquerschnitt von *Celtidopsis* (Kth.) Priemer.